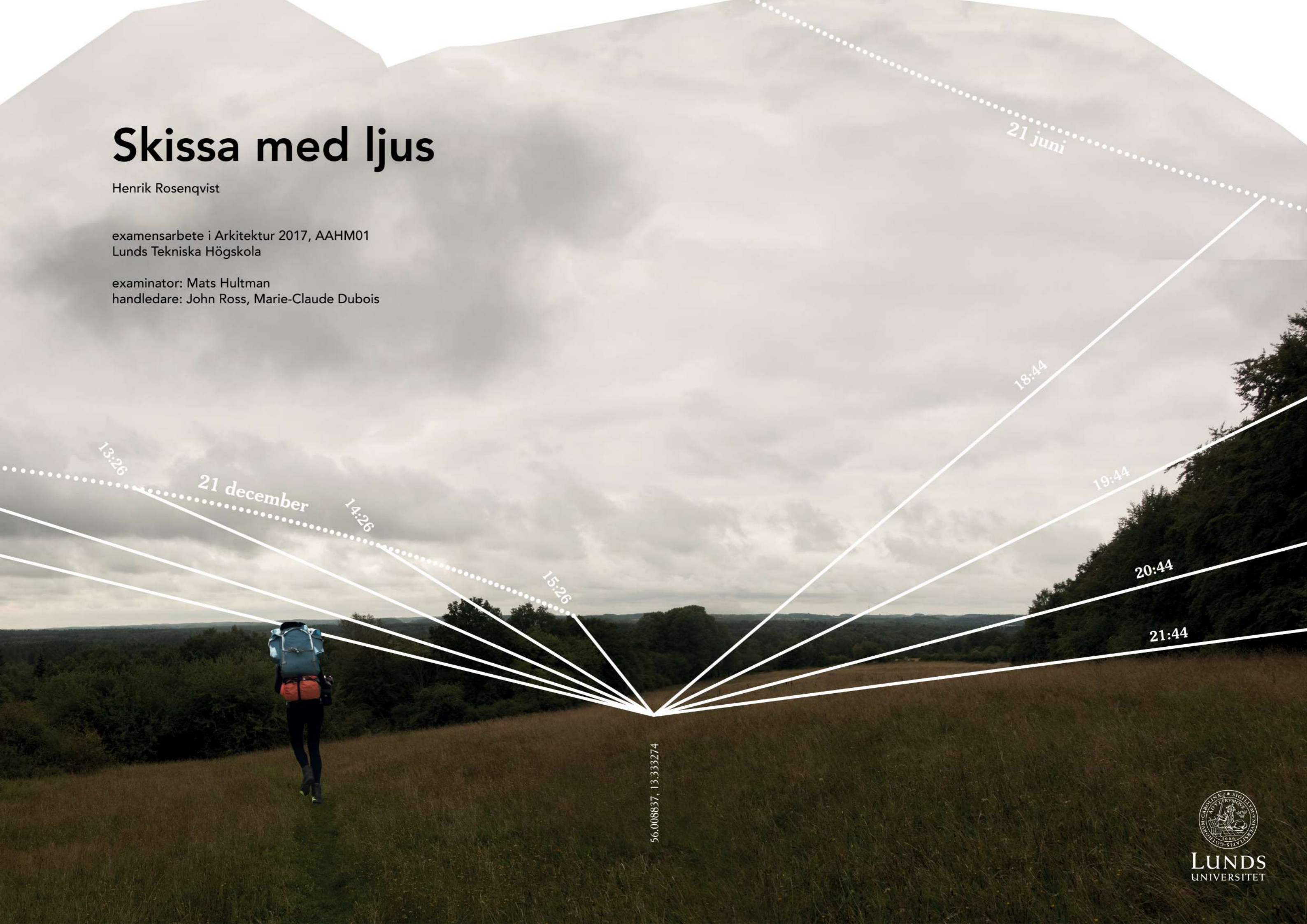


Skissa med ljus

Henrik Rosenqvist

examensarbete i Arkitektur 2017, AAHM01
Lunds Tekniska Högskola

examinator: Mats Hultman
handledare: John Ross, Marie-Claude Dubois



LUNDS
UNIVERSITET

Abstract

Natural light brings a sense of presence to the physical environment. The interaction between natural light and form puts us in connection with place in a way that can not be simulated or replaced with artificial light. This relationship has fascinated and engaged architects of all times, you could claim that the question of light and form lies at the core of architecture.

It is hard to work with natural light as an architect, both because it is very three dimensional in its character but also because it is in constant motion over periods of time which are hard to survey in a design process. Nonetheless it is important to try because as form is established light is also established.

This thesis work is investigating possibilities to survey and utilize natural light as a point of departure in an architectural design process. Focus is on natural light that can be labelled as emotional light, that is, light which is dynamic and space defining. As method for the investigation I have used parametric software.

The result is a search for a possible method, and is presented as a series of short investigations of how digital tools could be used to deal with the question of emotional light and form.

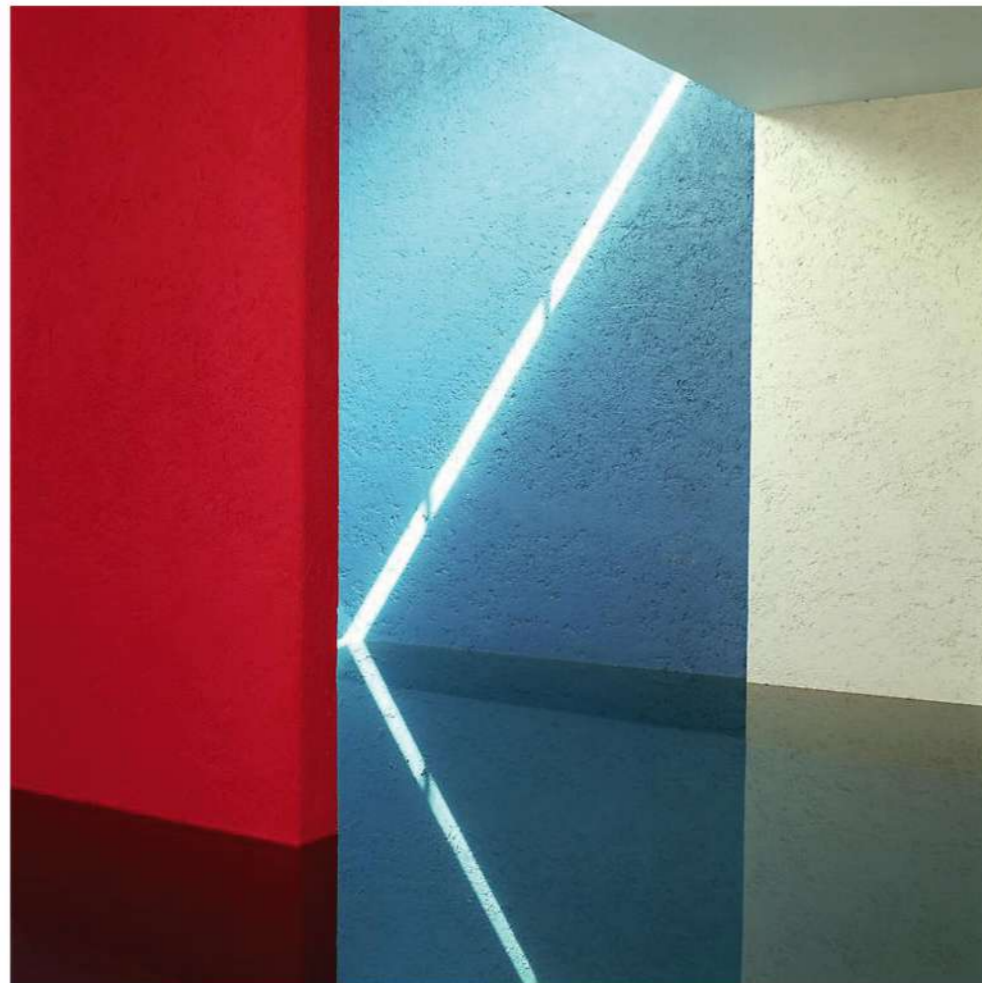
Naturligt ljus skänker närvaro åt den fysiska miljön. Växelspelet mellan naturligt ljus och form sätter oss i kontakt med platsen på ett sätt som inte kan simuleras eller ersättas med artificiellt ljus. Detta förhållande har fascinerat och sysselsatt arkitekter i alla tider, man skulle kunna hävda att frågan om ljus ligger i arkitektens kärna.

Naturligt ljus är svårt att arbeta med som arkitekt, dels för att det är väldigt tredimensionellt i sin natur men också för att det är i konstant rörelse över tidsrymder som är svåra att överblicka i en skissprocess. Inte desto mindre är det viktigt att försöka för när form etableras så etableras också ljus.

Projektet undersöker möjligheterna att kartlägga och använda sig av det naturliga ljuset som utgångspunkt i en skissprocess. Fokus ligger på det ljus som kan betecknas som emotionellt, det vill säga ljus som är dynamiskt och rumsskapande. För att närma mig frågan har jag använt mig av parametriska verktyg och deras förmåga att hantera stora mängder data.

Resultatet är ett sökande efter en metod, och presenteras som en serie korta undersökningar av hur digitala verktyg skulle kunna användas för att närma sig frågan om emotionellt ljus och form.

*”- Barragan came every single day
between 11 a.m. and noon because he was
working with the sun on all the ways light
behaved”⁽¹⁾*



1) Nowness. In Residence: Casa Gilardi

Bakgrund

Bilden till vänster är ett klipp ur en dokumentär om Casa Gilardi och arkitekten Louis Barragan som jag såg för något år sedan. Husets ägare berättar om hur Barragan kom till projektplatsen varje dag vid lunchtid för att bilda sig en uppfattning om solljuset där, vilket senare resulterade i en byggnad som på olika sätt tar till vara på det lokala ljuset.

Ungefär samtidigt kom jag i kontakt med dagsljusanalyser på min arbetspraktik, och de datorprogram som används för att ta fram dem. Det väckte en idé om att försöka ta reda på om och i så fall hur man skulle kunna använda dem i samma syfte som Barragan hade när han ritade Casa Gilardi. Den idén ligger till grund för det här examensarbetet.

Mål

Projektets mål är att ta reda på hur ett specifikt parametriskt designverktyg som kan hantera information om naturligt ljus, Grasshopper med insticksprogrammet Ladybug, skulle kunna generera användbara utgångspunkter för en arkitektonisk skissprocess. Jag vill undersöka sätt att använda verktygen med ett så generativt resultat som möjligt, det vill säga inte i första hand som analysverktyg för en given design utan för att identifiera förutsättningar för ljus och form på en specifik plats.

Frågeställning

Går det att med hjälp av parametriska verktyg generera form ur naturligt ljus som en del av en arkitektonisk skissprocess?

Metod

Jag har angripit frågeställningen genom en serie experiment. De följer en slags ordning där de två första delarna handlar om ljus på utsidan av form. Avsnitt tre handlar om principer för hur form styr interiört ljus och del fyra är ett slags formsökande i olika skalor med det naturliga ljuset som utgångspunkt.

Som redskap för undersökningarna har jag använt datorprogrammen Rhino och Grasshopper.

Eftersom arbetet handlar om sökandet efter processverktyg så kommer jag att beskriva åtminstone delar av mitt tillvägagångssätt i någorlunda detalj.

Grasshopperfilerna som använts i arbetet finns avbildade i slutet av varje avsnitt med förklarande text och finns även att ladda ned på:

<http://www.mediafire.com/file/8ce22g7wb1tzo8j/Skissa+med+ljus.zip>

Avgränsningar

Dagsljus och ljus generellt är ett enormt stort ämne. Jag har begränsat min undersökning till det direkta solljusets rörelse och förhållande till fysisk form, såsom tolkat av digitala verktyg.

Begrepp

Belysningsstyrkan/Illuminansen: är ett mått på hur mycket ljus som faller på varje kvadratmeter av en belyst yta. Enheten är lux (lx) där $1 \text{ lx} = 1 \text{ lumen per kvadratmeter}$.

CIE: International Commission on Illumination. Organisation som bland annat anger olika standarder som har med ljus att göra.

Definition: Ett grafiskt kopplingsschema av olika komponenter i Grasshopper.

Dagsljus/Solljus: Dagsljus är både direkt solljus och diffuserat himmelsljus.

.epw-fil: En fil med plats-specifik klimatdata.

Galapagos: En algoritm som arbetar iterativt mot den optimala lösningen på ett matematiskt problem.

Grasshopper: Ett programmeringsverktyg med grafiskt gränssnitt som är tätt kopplat till 3D-modelleringsmiljön i Rhino.

Komponent: En grafisk representation av en matematisk beräkning i Grasshopper.

Ladybug: En serie verktyg i Grasshopper som inriktar sig mot miljödesign.

Ljusflödet: är den mängd ljus som en ljuskälla avger. Enheten är Lumen (lm)

Ljusstyrkan: anger med vilken intensitet ljuset riktas åt olika håll och beräknas som ljusflödet per rymdvinkelenhet. Måttenheten är candela (cd), där 1 cd ungefär motsvarar ljusstyrkan hos ett stearinljus.

Luminansen: kan också kallas ljusstäthet och anger hur mycket ljus som reflekteras i en riktning från en belyst yta. Enheten är candela per kvadratmeter (cd/m^2)

Rhino: Ett 3D-modelleringsprogram

Vektor: En matematisk storhet som har både storlek (magnitud) och riktning. I Grasshopper kan solljus representeras av vektorer med eller utan magnitud.



Fotografi över Central Park i New York, exponerat i ett års tid. Bilden visar hur solen rör sig över himlen över ett helt år. Det är omöjligt att uppleva, eller till fullo minnas, detta helhetstillstånd av ljus men ändå styrs större delen av vår upplevelse av den fysiska miljön av det dynamiska samspelet mellan solen och jorden²⁾.

Innehållsförteckning

Inledning	1
Point of departure	4
Ljus och tid	5
Det naturliga ljusets riktning	7
Data	9
Precision	11
1. Ljus utan form	15
2.1 Ljusa mellanrum	23
2.2 Visualisera tillgång till ljus	29
3. Ljus följer form	37
4.1 Sovrummet	47
4.2 Det rörliga ljuset	55
Reflektioner	71
Slutsats	74
Källor	75

2) Wesely, *Open Shutter*, 77

Inledning

Arkitektur har alltid drivits av teknologier och ideologier. Oavsett om det handlat om uppfinnandet av hissen, återupptäckten av betongen, katolicismen eller folkhemstanken, så har de haft fundamentala betydelser för sin tids arkitektur. På så vis är arkitekturen ett vittne om den tid då den blev till. Idag lever vi i informationssamhället och datadrivna teknologier har inverkan på hur arkitekturen ser ut i form av exempelvis dagsljuscertifieringar, samtidigt som bland annat marknadsliberala, individualistiska men också ekologiska ideologier påverkar byggnaders utformning från sina håll.

Att diskutera ljus i samband med arkitektur känns så naturligt att det är svårt att peka på enskilda skäl eller faktorer att ta upp det. Ändå kanske det blir allt viktigare i takt med att stadsutvecklingsdiskussioner i stor grad handlar om förtätning, och nybyggnationer inte sällan är höga och täta och därmed begränsar tillgången till naturligt ljus.

I vårt samhälle är vi bortskämda med artificiellt ljus. Vi har vant oss vid att inte behöva anpassa oss efter nattens mörker på annat sätt än att tända lamporna. Elektriskt ljus är så alltså närvarande att det har blivit ett naturligt nattillstånd för de flesta som bor i svenska städer och något att reflektera över bara när det inte är närvarande, som till exempel vid strömavbrott eller när man just bytt bostad och inte hunnit installera lampor. Sådana tillfällen har en förmåga att kännas obekanta och lite utlämnande, fastän det egentligen är vår levnadsmiljöes naturliga tillstånd. Genom teknologin har vi valt att inte acceptera det faktum att halva våra liv spenderas i naturligt mörker. Det får så klart konsekvenser.

Det finns undersökningar som visar att en betydande del, upp emot 40%, av elkonsumtionen i kommersiella byggnader används till belysning³⁾. Samtidigt som andra undersökningar visar på att arbetares produktivitet och välbefinnandet ökar när det finns en tillfredsställande kontakt mellan arbetsplatsens insida och utsida⁴⁾. Det finns alltså kvantitativa skäl att intressera sig för förhållandet mellan det naturliga ljuset och arkitekturen, oavsett om det handlar om rent ekonomiska eller ekologiska skäl. Det är ofta i det kvantitativa sammanhanget man talar om dagsljus, i samband med certifieringar av olika slag.

Det finns dock andra aspekter av ljus som handlar om mer svårfångade kvaliteter och när man talar om ljus så tycker jag att det är meningsfullt att skilja på ljus som kvalitet och ljus som kvantitet. Med kvantitativt ljus menar jag mätbara mängder och riktvärden som säkerställer exempelvis en viss ljusnivå och ger kontrollverktyg för att ljusstandardisera det som byggs. Med ljusets kvalitet menar jag dess betydelse för den känslomässigt kopplade upplevelsen av den fysiska miljön. Till viss del överlappar begreppen varandra, men man skulle också kunna benämna skillnaden som funktionellt och emotionellt ljus.

När elektriskt ljus är ett så självklart sätt att illuminera våra rum, riskerar vi då att glömma att de kvaliteter som det naturliga ljuset representerar är av ett annat slag än det artificiella?

Naturligt ljus ger närvaro. Det placerar oss i tid och i rum. I tid för att det vandrar över himlen och för att det varierar i varaktighet och tidsposition i förhållande till dygnets timmar. Det positionerar sig olika vid olika tider på året och skiftar i karaktär med positionsbyten, beroende på vilken typ av



Fotografier från ett rum i Malmö med fönster mot 40° nordost. Det naturliga ljuset medför kraftiga förändringar i rummets karaktär och skänker en dynamik till rummet som inte går att åstadkomma på artificiell väg. Foto av författaren.

atmosfär som ligger mellan betraktaren och solen. I rum för att ljusets karaktär är specifik för varje plats på jorden. Solens positioner styrs av breddgraden men de atmosfäriska fenomenen skiljer sig från plats till plats. Sålunda är ljusets karaktär annorlunda i Malmö än i Novosibirsk även om de ligger på samma breddgrad, och bidrar till att en plats upplevs på ett visst sätt. Arkitekten och arkitekturteoretikern Christian Norberg-Schultz beskriver himlens karaktär som något som för oss framstår som ett självklart normaltillstånd i vardagen men som i själva verket har en mycket viktig funktion för upplevelsen av plats⁵⁾. Denna närvaro är något som artificiellt ljus aldrig kan åstadkomma.

Som arkitekter kan vi inom ramen för dagens ideologier välja hur vi vill förhålla oss till ljus. Modern informationsteknologi kan användas för att uppnå en arkitektur som är energieffektiv, är det också möjligt att använda den för att söka efter det emotionella ljuset?

Point of departure

All arkitektur innebär ett inkräktande på och ett bekräftande av det ljus som råder på en plats. Inkräktande för att det bryter de samband som finns mellan den existerande fysiska miljön och solen. Bekräftande för att all fysisk form i ljus innebär ett tydliggörande av ljusets unika karaktär på just den platsen. Finns det inget ljus så kan vi inte heller visuellt uppfatta någon form. Från ett upplevelseperspektiv kan man hävda att där det finns ljus, finns det form.

Så snart en arkitektonisk skissprocess sätter igång börjar saker etableras. Idéer introduceras, organiseras och hierarkiseras i en dynamisk röra där saker förändras, förkastas och kristalliseras. Allt eftersom formen blir mer och mer etablerad, så avgörs också förutsättningarna för det naturliga ljuset oavsett om det var avsikten eller inte. Detta ömsesidiga förhållande innebär att en arkitektur som intresserar sig för naturligt ljus bör inkorporera det som en absolut utgångspunkt i en skissprocess.

Det här arbetet fokuserar på ett möjligt verktyg att använda i en arkitektonisk skissprocess. Av anledningen att formen fortfarande är plastisk i det skedet och att förutsättningarna för att arbeta med naturligt ljus är som störst då.

Arbetet är utfört utifrån en idé om att göra naturligt ljus till absolut prioritet och utgångspunkt i en formfinnande process.

Ljus och tid

Byggnader är i de flesta fall statiska ting. Dag och natt, år efter år står de på samma plats. Naturligt ljus är däremot ett väldigt rörligt, tredimensionellt fenomen, starkt knutet till vår tidsuppfattning. Solen definierar dagen, natten och säsongerna. Relationen mellan fast form och rörligt ljus är ett dynamiskt inbördes förhållande med ett nästan oändligt antal nyanser och kombinationer.

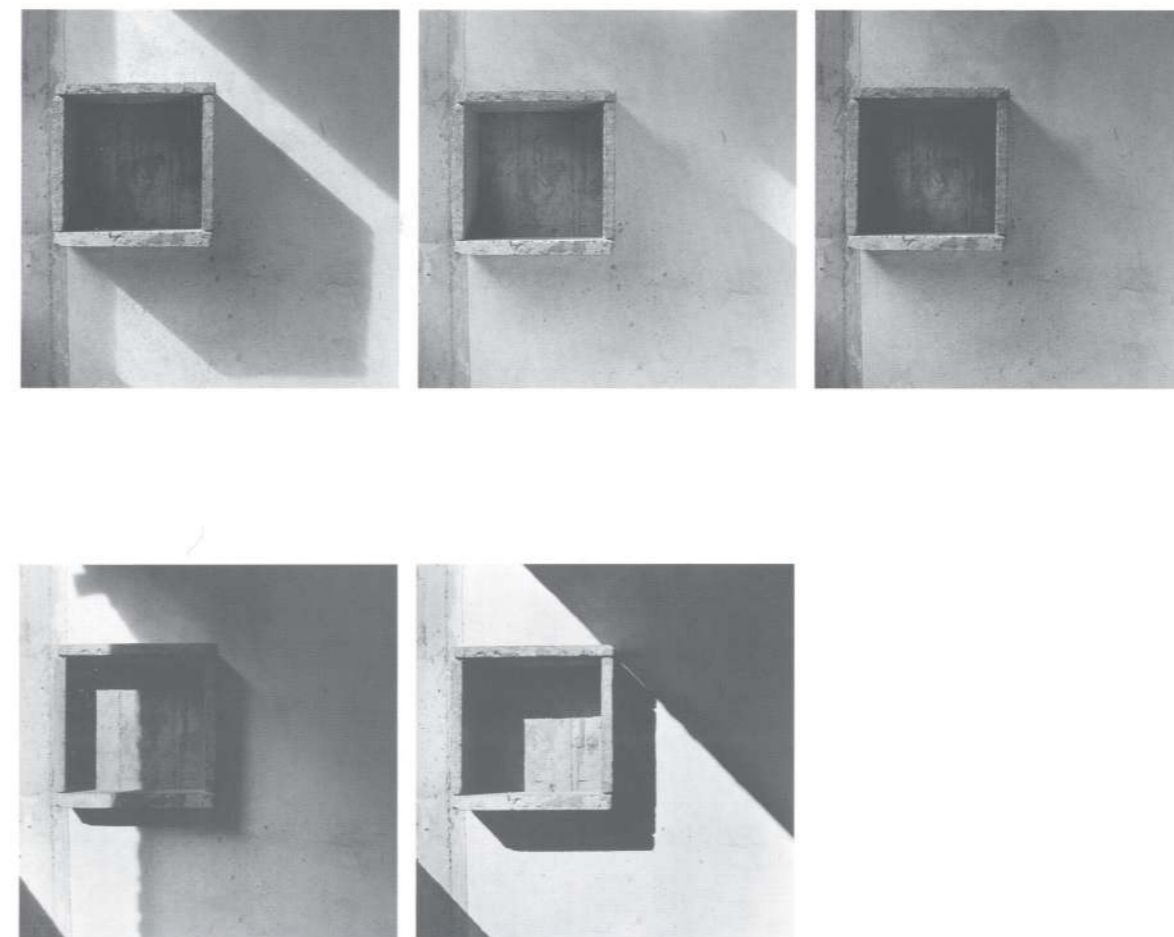
Att uppleva tidens gång är på sätt och vis omöjligt eftersom vi i praktiken lever i presens. Vi kan uppfatta den genom minnesbilder, fragment ur ett kontinuerligt tidsflöde. Att arbeta med naturligt ljus som en designparameter innebär i förlängningen att man måste ta ställning till hur man ska hantera tid som en designparameter: som ett fragment eller som ett kontinuerligt flöde.

Det får betydelse både för hur man arbetar med och hur man representerar arkitektur. Att representera arkitektur i någon annan form än som upplevelsen av den färdiga byggnaden är enligt ett sätt att se på saken att fragmentera den. Arkitekturfotografen Hélène Binet menar att det är omöjligt att representera en byggnad i bilder, inte bara för att det är fler sinnen än synsinnen som är involverade i upplevelsen av arkitektur utan också för att varje byggnad har en "ljusberättelse" som sträcker sig över året och som involverar både byggnadens exteriör och interiör⁽⁶⁾⁽⁷⁾. En liknande slutsats drar Juhani Pallasmaa som menar att det är viktigt att skilja på vad som är en bild av arkitektur och vad som är upplevelsen av densamma⁽⁸⁾. Ett fotografi eller en rendering kan om man ska hårdra det endast sägas representera de visuella aspekterna av arkitektur vid ett specifikt ögonblick, och säger inte ens i fråga om ljus något om hur upplevelsen av byggnaden är över tid.

Såväl fotografier, skisser, ritningar och renderingar har en inbyggd svårighet i att visa tiden som ett kontinuerligt flöde. Om det naturliga ljuset är den främsta markören för tidens gång så är det svårt att visa både de rörliga men också de tredimensionella aspekterna av ljuset på ett tvådimensionellt, statiskt medium.

Vilket också gör det svårt att använda ljus som en designparameter i en tvådimensionell skissprocess. Genom att skissa i plan kan man etablera olika formers kompassriktning i förhållande till solen, även hjälpligt till solen över tid. Genom att skissa i sektion kan man se hur form relaterar till solens höjd över horisonten, även hjälpligt över tid. I verkligheten samexisterar båda tillstånden parallellt och det krävs ganska mycket av en arkitekt för att ha kontroll över den tredimensionaliteten i en tvådimensionell skiss.

För att uttrycka det självklara så är fördelen med att arbeta i ett tredimensionellt datorprogram att det går att skissa i tre dimensioner. Det ger bättre möjligheter för att arbeta med det naturliga ljusets rörelse och en byggnads förhållande till tid och ljus.



*"Light never comes into the room, but only onto the balcony that is situated at the end of the room. In that balcony space, on the wall that catches shadows, there's a small, concrete box that is the only ornament in the balcony or the room. It brings you into a dialogue with the shadows. It breeds a strong sense of time, and time here is no longer ambiguous. The shadows are very sharp, they become a body. The shadow is a shadow of the box but also of the opening of the balcony: it is a kind of closure; it emphasizes the fact that you are very contained in that room."/>*Helene Binet⁽⁹⁾

6) Winston, *Digital photographs of buildings can be "disturbing"*, says Hélène Binet.

7) Binet & Flagge, *Das Geheimnis Des Schattens*, 104

8) Holl, Pallasmaa, Pérez-Gómez, *Questions of Perception*, 29

9) Binet & Flagge, *Das Geheimnis Des Schattens*, 102 (citat och bilder)

Det naturliga ljusets riktning

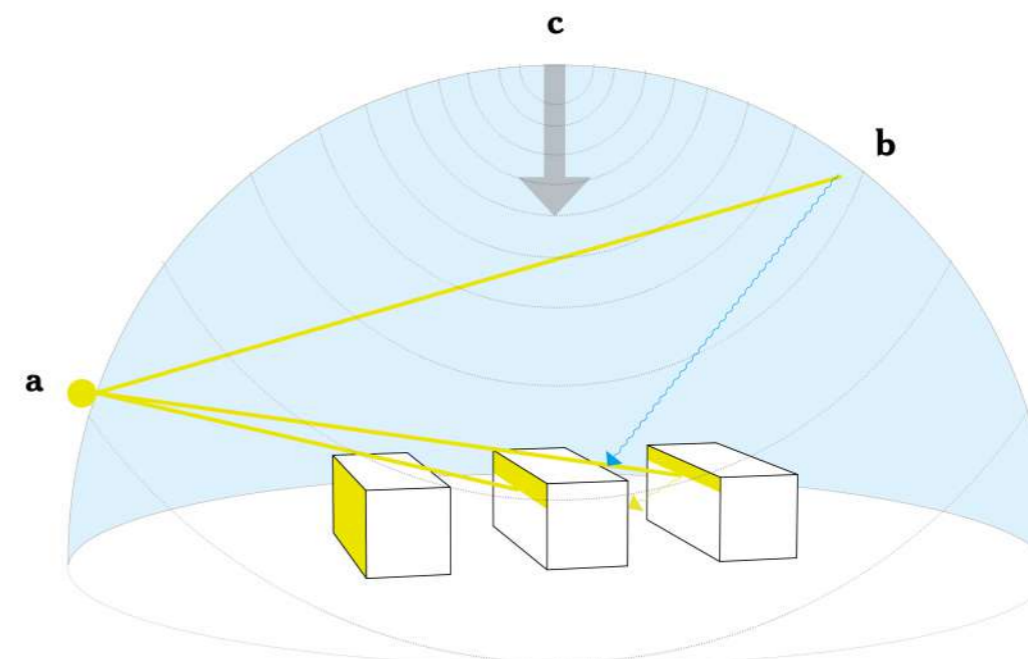
I princip allt naturligt dagsljus på jorden kommer från solen. Solljuset följer årstidsbundna banor som kan beskrivas i matematiska formler. Det gör det möjligt att förutse var solen kommer att befinna sig vid vilken tidpunkt som helst på året. Genom att kombinera information om solpositioner med väderdata skulle man kunna dra statistiska slutsatser kring ljuset på en specifik plats. Mönster som eventuellt skulle kunna vara till hjälp i en skissprocess för att dimensionera och placera volymer och öppningar som med högre precision överensstämmer med de lokala förutsättningarna.

Allt solljus på jorden åtföljs av diffuserat ljus. Vad det diffuseras genom beror på tid på dygnet, årstid och väderförhållanden. Det är faktorer som är konstanta men varierande i sin karaktär. Till det kan man också lägga olika luftföroreningar som kan vara framkallade av bränder, vulkanutbrott eller mänsklig aktivitet såsom industrier och förbränningsmotorer. Graden av diffuserat ljus har stor betydelse för hur ljuset på en plats upplevs.

För att förstå hur diffuseringen av solljuset fungerar måste man förstå hur ljuset är uppbyggt. Solens "ljus" är rent fysikaliskt den del av solens elektromagnetiska strålning som har en våglängd mellan cirka 400 och 700 nanometer. Sett ur det mänskliga synsinnets perspektiv så är de kortare våglängderna något förenklat vad vi uppfattar som blått ljus och de som har en frekvens runt 700 nm vad vi uppfattar som rött ljus⁽¹⁰⁾. Det har betydelse för hur solljuset diffuseras och återigen, hur ljuset på en plats upplevs.

Solstrålning som tar sig igenom atmosfären passerar igenom en varierande mängd luftmolekyler. Kortvågig, "blå", strålning reflekteras mot dessa molekyler medan den "röda" strålningen är långvågig nog att passera igenom atmosfären. Det ger upphov till ett diffuserat, blått ljus från atmosfären som man kallar himmelsljus. Blå himmel helt enkelt. Himmelsljuset har stor betydelse för illuminationen på jordytan, och dess blåaktiga karaktär är vad som ger utomhusskuggor en blåaktig ton. Ljusstyrkan hos himmelsljuset är något större från den norra delen av himlen, i motsatt position till solen⁽¹¹⁾. Norrsidan av en geometri (på norra halvklotet) kommer alltså att huvudsakligen belysas av blåaktigt ljus under en klar himmel, om det inte finns några andra ytor för det direkta solljuset att reflekteras mot. I såväl Nordeuropa som andra platser med låg förekomst av direkt solljus så är himmelsljuset den dominerande källan till dagsljus⁽¹²⁾.

Är himlen molntäckt så bryts alla våglängder av den synliga strålningen mot vattenmolekylerna i molnen och resultatet vid jordytan är ett vitt, kontrastlöst ljus. Det saknas tydlig riktning på ljuset men ljusstyrkan förhåller sig som 1:3 horisont/zenit. Det vill säga att luminansen är tre gånger så stor från zenit som från horisonten⁽¹³⁾. Det kan vara intressant att veta när man utformar både byggnadsvolymer, placerar öppningar och ritar detaljer kring dessa öppningar. I ett klimat som Skandinavien, där direkt solljus bara står för 20-40% av dagsljuset⁽¹⁴⁾, och där den mörka årstiden har relativt hög förekomst av molntäcke, vore exempelvis kanske takljus en rimlig strategi för att illuminera våra byggnader vintertid.



Olika typer av naturligt ljus och deras riktning:

- a) direkt solljus
- b) himmelsljus
- c) diffuserat ljus vid molntäckt himmel.

10) Rea, M.S. et al. *Circadian light*.

11) MacEvoy, *Light and the eye*

12) Fridell Anter, Klarén, *Färg och ljus för människan - i rummet*, 122

13) Darula, Kittler, *CIE general sky standard defining luminance distributions*

14) Fridell Anter, Klarén, *Färg och ljus för människan - i rummet*, 119

Data

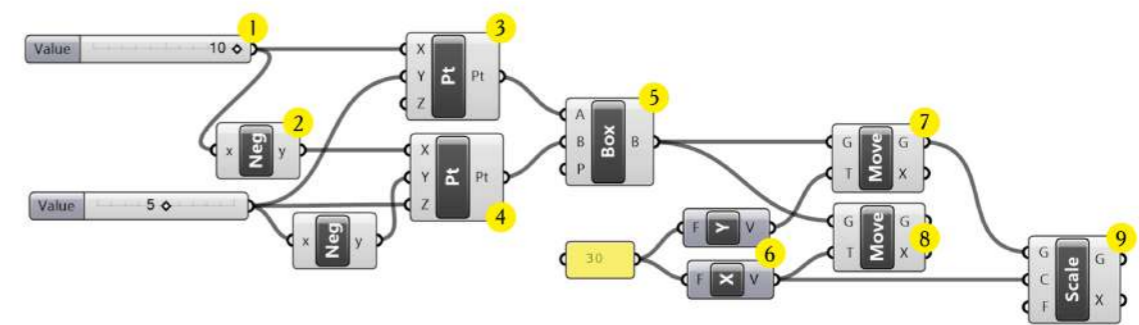
Experimenten i det här arbetet baseras på väderdata som är hämtad från Energyplus hemsida. Energyplus är en mjukvara för byggnadsenergisimuleringar som är mest inriktad på ganska tekniska energifrågor. Även om det inte i första hand är det jag är intresserad av så innehåller deras klimatfiler, .epw, annan användbar information om solljus. Datan i filerna är insamlad från meteorologiska mätstationer på ungefär 2100 platser i världen. I Sverige finns det data för Göteborg, Stockholm, Kiruna, Karlstad och Östersund, i Danmark för Köpenhamn.⁽¹⁵⁾

Energyplus verktyg har utvecklats av den amerikanska myndigheten US department of Energy och hanterar energiprestanda och analyser av givna byggnadsgeometrier. Enligt min uppfattning så används de främst som certifieringsverktyg för olika byggnadsstandarder som Miljöbyggnad, LEED, Bream och så vidare.

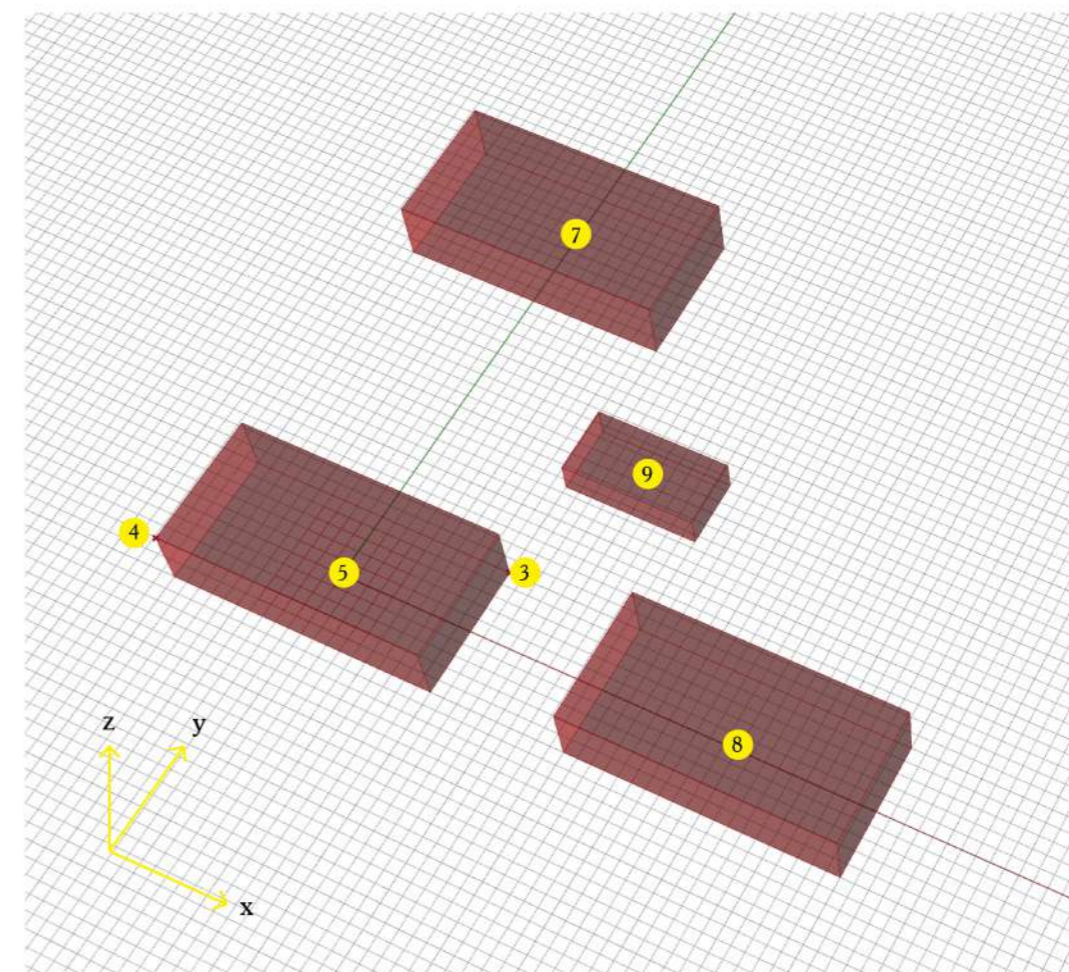
Klimatdatafilerna från Energyplus kan användas i mjukvaruprogrammet Grasshopper, som är ett grafiskt programmeringsverktyg kopplat till 3d-modelleringsverktygen i datorprogrammet Rhino. Grasshoppers funktion är att manipulera numerisk data. Informationen i .epw-filerna kan tolkas och manipuleras av olika redskap, komponenter, i programmet. Förutom de inbyggda standardkomponenterna har jag till största delen använt mig av komponenter från insticksprogrammet Ladybug, som är utformat för användare som vill arbeta med miljömedveten design⁽¹⁶⁾. Processen i Grasshopper kan lite förenklat beskrivas som siffror+matematik=nya siffror.

Epw-filen innehåller klimatdata för årets 8760 timmar, räknat på ett 365-dagarsår. Informationen inkluderar plats, temperatur, luftfuktighet, entalpi (ett värmemått), vind och (sol-)strålning⁽¹⁷⁾. Den innehåller inte nederbörd⁽¹⁸⁾.

Är man bara intresserad av solens positioner så behöver man inte Energyplus utan kan manuellt konstruera en plats i Ladybug från koordinater, tidszon och höjd över havet⁽¹⁹⁾.



- | | | |
|--|--|--|
| 1 Värdet 10 i modellenheter. | 4 Konstruera punkt med koordinaterna x-10, y-5, z5. | 7 Flytta geometri G enligt vektor y30 |
| 2 Negation av värdet 10 (-10). | 5 Konstruera box från punkt A och punkt B. | 8 Flytta geometri G enligt vektor x30 |
| 3 Konstruera punkt med koordinaterna x10, y5. | 6 Konstruera vektor y30 och vektor x30 | 9 Skala geometri G med faktor F0.5 med centerpunkt vid vektor x30 |



Exempel på att arbeta i Grasshopper

- Data förflyttas oftast från vänster till höger.
- Förändringar av data utförs genom att koppla den till en komponent.
- Information försvinner aldrig i programmet. Originaldata "samexisterar" med manipulerad data.

15) EnergyPlus, *Weather Data for Simulation*
 16) Roudsari, *Ladybug Tools*
 17) Corney, *Weather Data*
 18) Wufi, *Creating Weather Files*
 19) Heumann & Rodricks, *Construct Location*

Precision

Ett av skälen till att använda sig av parametriska designverktyg är deras matematiska precision. En dator räknar inte fel. Dessutom räknar den väldigt fort, så den kan hantera datamängder som ligger långt bortom den mänskliga hjärnans förmåga. Däremot så tänker den inte själv heller, och får inte en känsla av när något inte verkar stämma. Det är värt att ha i åtanke när man utvärderar resultaten.

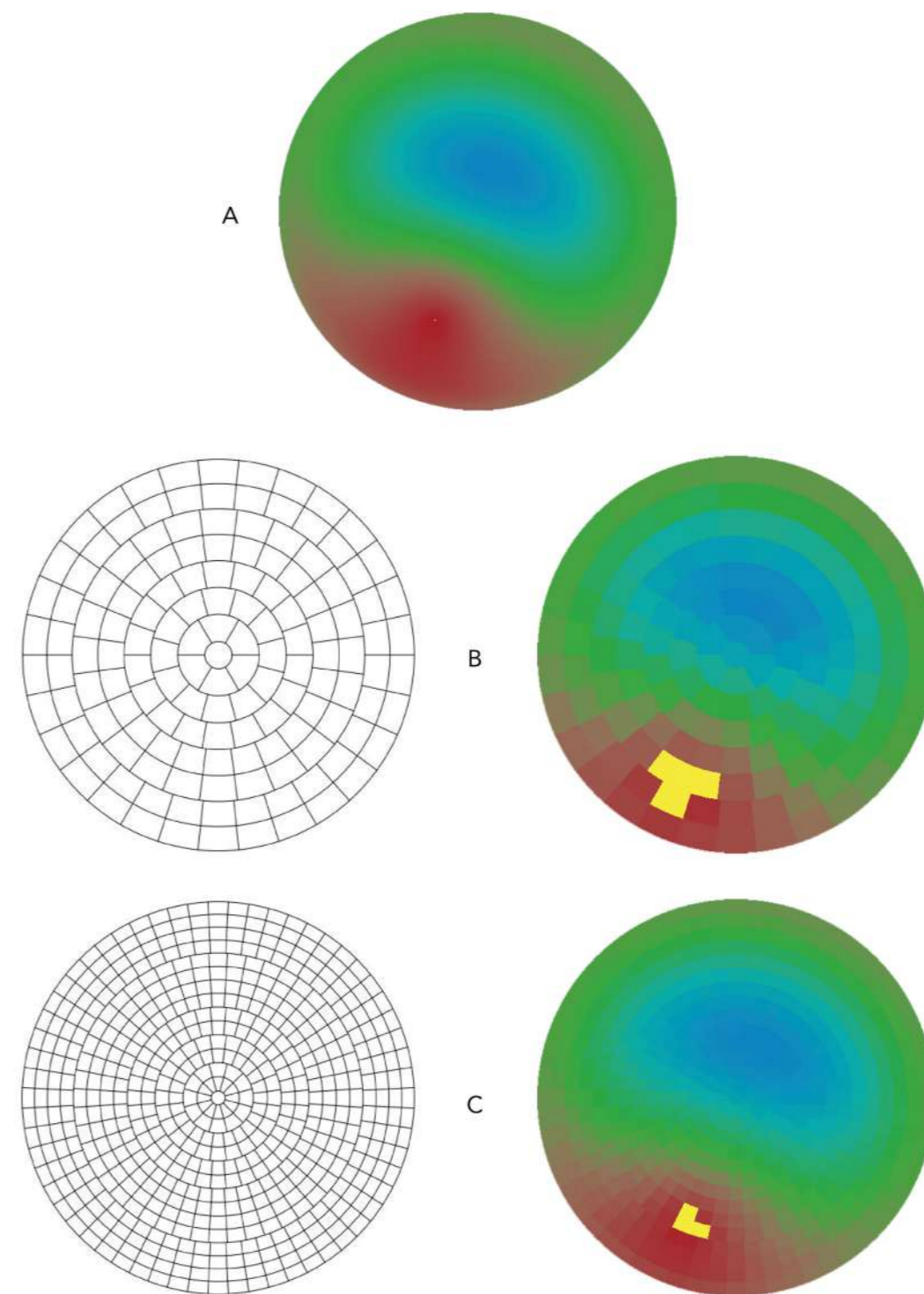
Det som styr resultatet är två faktorer: indata och manipulation av informationen. I det här sammanhanget så är indata .epw-filen. För att förstå vad man kan åstadkomma med den, eller någon annan indata för den delen, så är det viktigt att veta vad den innehåller. Likaså bör innehållet i det här fallet motsvara mer än ett års insamlad data för att ha statistiskt värde och platsen för ett projekt bör inte ligga längre bort än 50 kilometer från väderstationen som samlade in informationen. Det bör heller inte skilja mer än 100 meter i elevation mellan plats och väderstation.⁽²⁰⁾ Detta är generella rekommendationer från leverantören som är mest inriktad på energiaspekter av solljus, och för någon som är mest intresserad av solljusets riktning och emotionella kvaliteter så kan man nog ta dem med en nypa salt. Beroende på hur precist man vill arbeta med ljusets riktning så har filens latituddata störst betydelse för resultatet.

När man manipulerar eller styr informationen så är det helt avgörande att man har kontroll över vad som händer med den. Misstag kommer att fortplantas genom uträkningen, eller definitionen, och ge ett felaktigt resultat. Det får konsekvenser när man använder vissa av de mer komplexa komponenterna eftersom det är svårt att veta exakt vad de gör med informationen. Mycket tid i det här arbetet har gått åt att jämföra in- och utdata för att förstå hur olika dataströmmar kan kombineras.

En simulering är inte verklig. Det säger sig självt men det kan ändå vara meningsfullt att påpeka när man arbetar med datorgenererade simuleringar, eftersom det kan vara svårt att överblicka hur pass verklighetstrogen simuleringen är. Naturen är komplicerad. En simulering som handlar om att förutsäga naturens beteende kommer troligtvis aldrig kunna vara 100% verklighetstrogen. Hur verklighetstrogna är ljusberäkningarna i Ladybug?

Mätvärdena i de .epw-filer som ligger till grund för simuleringarna i Ladybug baseras på uppmätt data från meteorologiska stationer på olika platser i världen. Det är alltså faktiska väderförhållanden som konverterats till mätvärden och samlats in över tid. För att de ska kunna anses användbara bör de vara statistiskt pålitliga, det vill säga man bör inte använda mätvärden från ett enskilt år för att kunna säga något om ett annat⁽²⁰⁾. De filer som jag har använt mig av innehåller klimatdata insamlad mellan 1983 och 1999 (GH definition 1). Det är alltså genomsnittsvärden från en 17-årsperiod med slut för 18 år sedan som kan avläsas i resultaten. Med tanke på klimatförändringar så är det alltså inte säkert att de ger en särskilt korrekt bild av hur himlens karaktär ser ut idag.

En annan källa till felmarginer återfinns i hur man ställer in komponenterna i Ladybug. När man gör en energisimulering av solstrålningen så har man att välja mellan två scheman som simulerar strålningsfördelningen över himlen: Tregenza och Reinhart. Den förstnämnda delar in himlenskupolen i 145 fält och den sistnämnda i 580 fält⁽²¹⁾. Det kan beskrivas som himlens



Visualiseringar av A) En kontinuerlig himmel. B) Tregenza himmelsindelning i 145 fält. C) Reinhart MF:3 himmelsindelning i 580 fält⁽²¹⁾.

upplösning, en pixelering av strålningsvärdena. Det är omöjligt för mig att ha synpunkter på vad detta får för effekt på slutresultatet eftersom jag inte arbetat med energisimulering. Anledningen att jag tar upp det är att det är lätt att tänka att "så här är/blir det" när man inte har någon insyn i de processer som genererar resultatet, men att man bör vara medveten om att programvaran gör förenklingar.

Det som jag främst arbetat med i det här projektet är solens banor. Av vad jag kunnat se och läsa mig till så verkar de inte påverkas av de båda himmelstyperna, utan de representeras med väldigt precisa koordinater i Rhinomiljön. Kunskapen om planeternas inbördes förhållanden är solid och mycket gammal och troligtvis är denna del av Ladybug inte knuten till varje enskild väderstations inmätningar utan bygger enbart på stationens latitudkoordinat. Det går också att konstruera en plats i Ladybug utifrån gps-koordinater vilket gör denna slutsats än troligare. Med tanke på att jordens rotation kring sin egen axel och bana runt solen förhoppningsvis är ganska konstanta så leder det mig till slutsatsen att precisionen sannolikt är högre vad gäller att förutsäga solens position än dess strålning i Ladybug.

1. Ljus utan form

syfte

Syftet med det första experimentet är att visualisera ljusets karaktär på en plats på ett förenklat och överskådligt sätt.

undersökningen

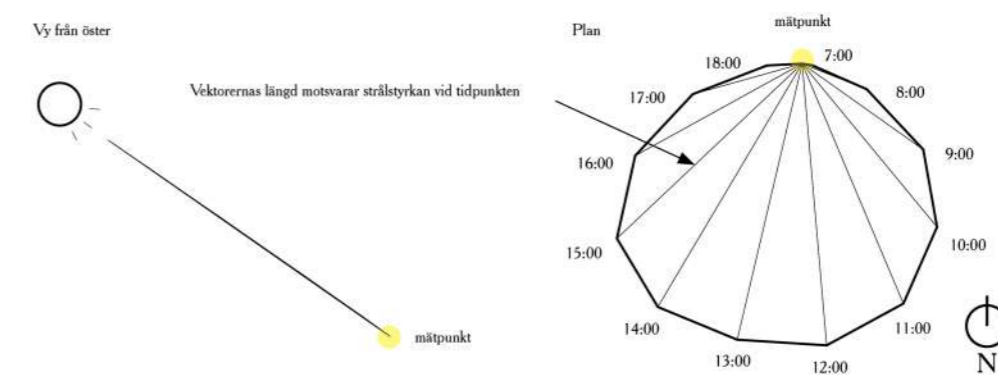
Undersökningen har två resultat, dels en samling diagram som visar graden av molntäcke sett över hela året, och dels som en fysisk modell som ger en överskådlig bild av solljuset på platsen.

Jag har utgått ifrån en geometrisk kontextlös punkt på en fiktiv, horisontell yta på marken i Köpenhamn. Genom att ta ut solens positioner varje heltimme under ett dygn har jag fått ett antal vektorer som kan sägas representera solens strålar, en per timme, mot en plats som motsvarar den geografiska positionen i klimatfilen. Sedan har jag kopplat varje enskild vektor till en "Radiation analysis"-komponent som anger styrkan på solens strålning för varje heltimme i kWh/m². Styrkan på strålningen har givit de enskilda vektorerna sin längd. Genom att koppla samman intilliggande vektorer med en yta har jag fått en tredimensionell form som något förenklat skulle kunna sägas representera solens strålning under ett helt dygn, till riktning och styrka. För att ha någon nytta av informationen en sådan form representerar behöver den relateras till en annan form. Därför gjorde jag fyra mätningar per månad: den 7, 14, 21 och den 28. Genom att sätta dem på en tidsaxel får jag en sammansatt form som ger en förenklad bild av hur solljuset ser ut på en plats över ett års tid, till riktning och styrka.

Av nyfikenhet och för att eventuellt få en bättre förståelse för vad resultatet visar så gjorde jag även om exakt samma undersökning fast med Kirunas klimatfil.



Modellfotografi



Exempel på en av skivorna i diagrammet som representerar solens bana över himlen i Köpenhamn den 21 mars. Illustrationen till vänster visar skivans lutning i diagrammet och illustrationen till höger skivan i planvy



Exporterade Grasshopperpaneler som visar statistisk grad av molntäckt himmel i Köpenhamn, månad för månad, enligt CIE:s standard för himmelstyper. Varje diagram visar en månad. X-axeln visar graden av molntäcke och y-axeln hur stor del av månaden som karakteriseras av den himmelstypen.

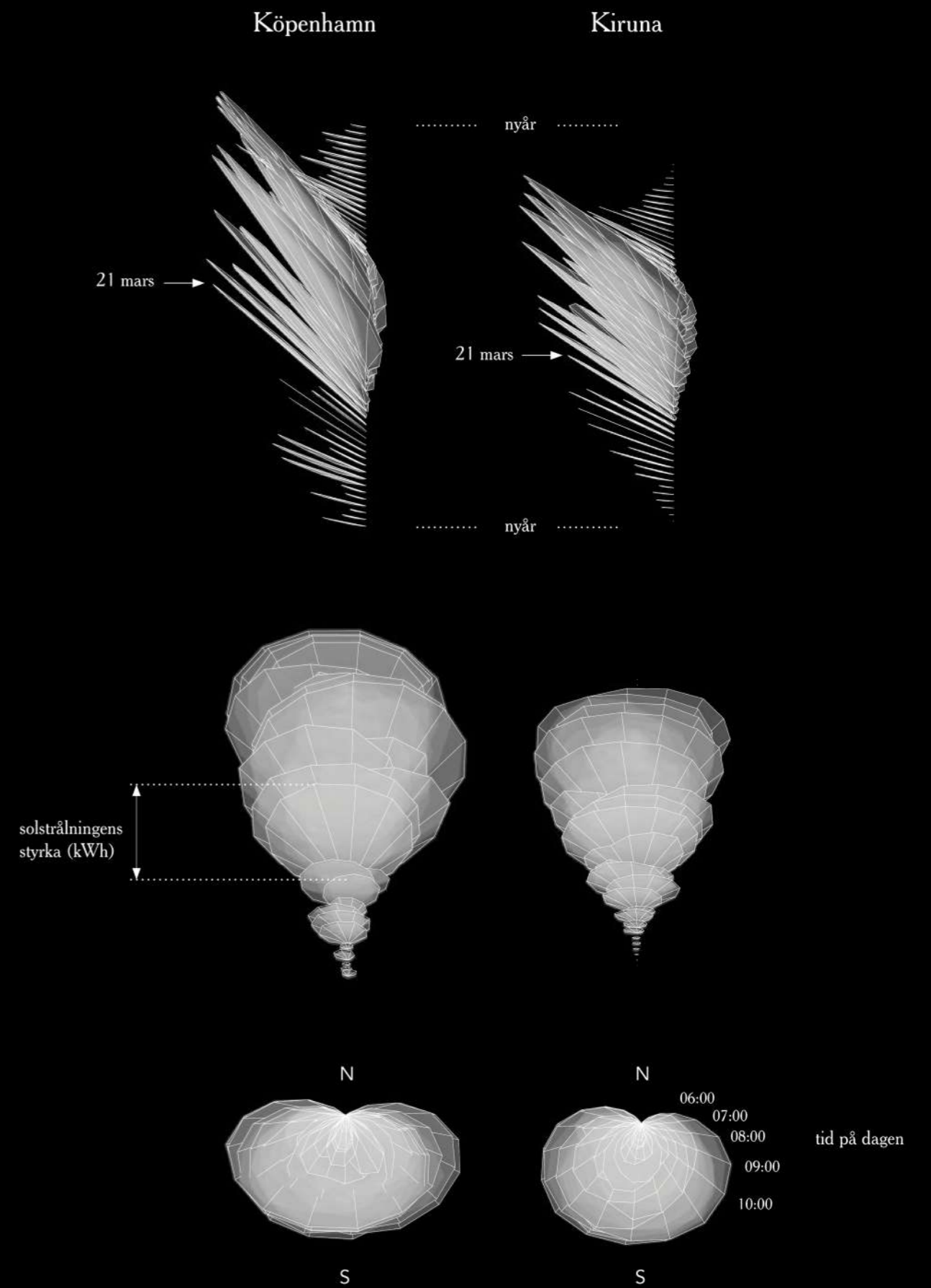


Diagram över ett års solljus i Köpenhamn och Kiruna.

diskussion

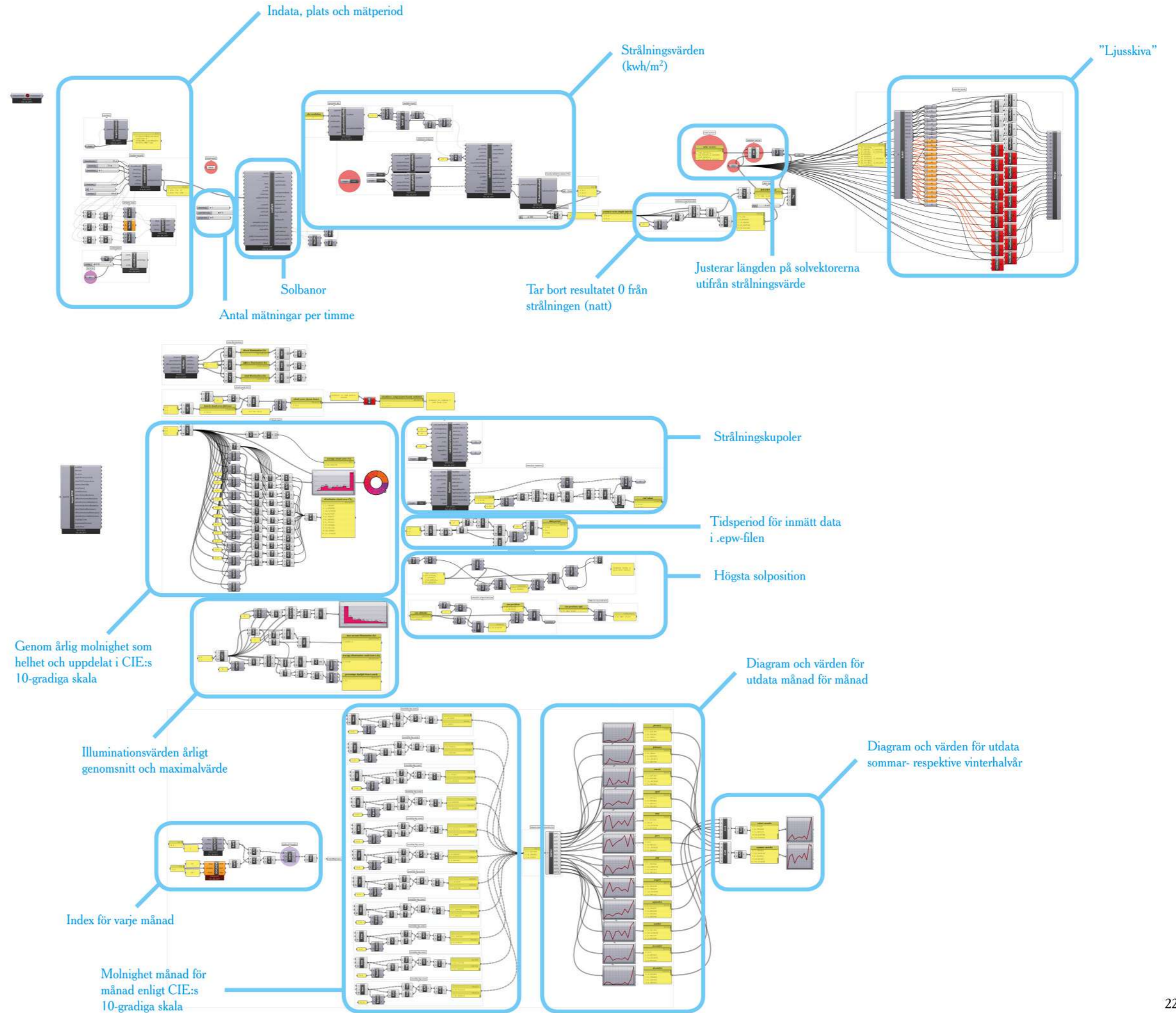
Det här är det första försöket jag gjorde med programvaran, och det gjordes till stor del även med syftet att lära känna avgränsningarna i komponenterna och klimatfilen. Det är inte helt lätt att säga hur användbart resultatet faktiskt är för en arkitekt. Sådär är kanske bästa svaret. Modellen visar att det är stora skillnader mellan solstrålningens riktning och styrka sett över året. Alltså årstider, men det är inte någon hemlighet som avslöjas i och med det. Diagrammen som visar molntäcke skulle kunna ge statistisk information om vilken riktning ljuset har men i Köpenhamn verkar det inte vara stora säsongsbundna skillnader även om det är något mer molnfri himmel sommartid. Hade man haft en situation där exempelvis sommaren eller vintern dominerades kraftigt av molntäcken så hade man kanske kunnat dra slutsatsen att takljus eller reflekterande ytor som ledde in vertikalt ljus kunde vara en bra strategi för dessa årstider.

Andra slutsatser man kan dra från modellen, som kanske inte är direkt användbara i en skissprocess men som ändå kan vara intressanta, är att den tydliggör hur komplext naturligt ljus är. Modellen ger på sätt och vis en bild av ljuset på en plats, men bortser helt från aspekter som har stor betydelse för upplevelsen av ljus såsom till exempel spektralfördelning. Den registrerar endast en "exponering" per timme och ungefär en dag per vecka. Det är en grov förenkling utifrån två parametrar men ändå är det svårt att "förstå" resultatet på ett sätt som man kan ta vidare in i en konkret skissprocess.

En annan sak som går att konstatera och som är intressant att fundera över i relation till de energiberäkningar som görs med -epw-filer. Modellen är ganska ojämn i energivärdena från vecka till vecka. Intelligande veckor har i vissa fall stora inbördes skillnader, som jag tolkar som statistisk slump i insamlingsperiodens vädermönster. Det är inte troligt att exempelvis sista veckan i mars i realiteten har dubbelt så höga strålningsvärden som första veckan i april, utan det bör vara utslag för hur det råkade se ut under dessa datum mellan 1983 och 1999. Det är lite märkligt att skillnaderna från datum till datum är så stora även över en så pass lång period som 17 år och jag har ingen bra förklaring på det. Det är naturligtvis också något som kommer att förändras till det bättre allt eftersom tiden går och underlaget för den här typen av filer blir större.

Det gick även att få fram mycket annan information ur det här experimentet som har att göra med solvinklar och annat, men utdatan är i sifferform och inte enkelt översättbar till en formfinnandeprocess. Den är direkt applicerbar på modelleringsmiljön i Rhino för den som är ute efter något specifikt, men är inte särskilt intressant att presentera här.

1.



2.1 Ljusa mellanrum

syfte

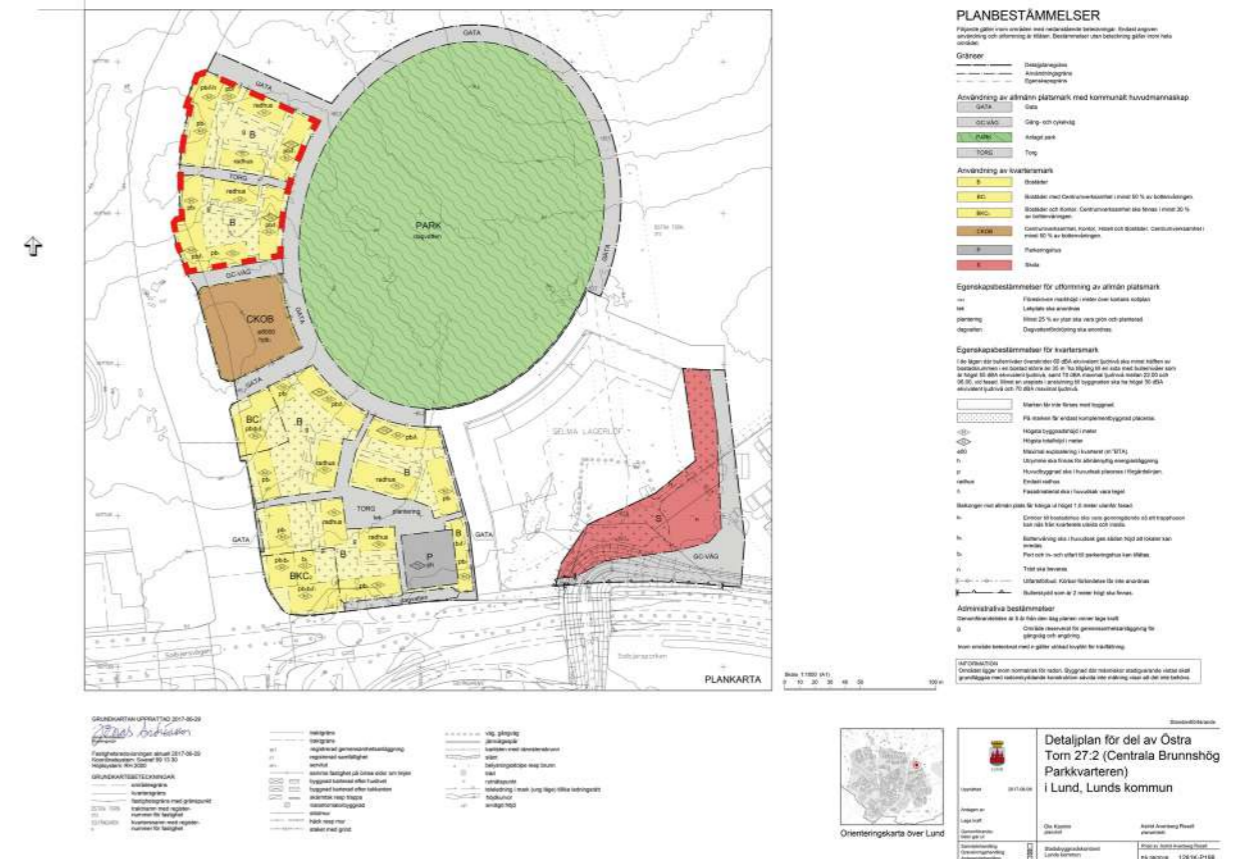
Syftet med det andra experimentets första del är att försöka generera en områdesplan utifrån naturligt ljus. Idén är inte min egen utan härstammar från en diskussion om stadsodling och stadens mellanrum som jag råkade befinna mig i för en tid sedan. Utgångspunkten var att kunna etablera begränsningar för bebyggelse utifrån de offentliga rummens tillgång till ljus. Tanken var att ge växtlighet och i synnerhet stadsodling så goda förutsättningar som möjligt.

undersökningen

Jag har utgått ifrån en aktuell detaljplan från Brunnskögsområdet utanför Lund. Jag har inga synpunkter på hur detaljplanen är utformad som gjort att jag valt just den. Valet grundar sig i att den är obebyggd, framtida byggnader existerar än så länge bara som potentiella fotavtryck på platsen. Målet för experimentet är att undersöka ett verktyg som en del av en process, och att utgå från en detaljplan tyckte jag tog mig närmare en situation där denna process skulle kunna existera.

Jag har utgått ifrån sommarhalvårets ljus, mars till och med september. Dels för att det är den del av året då människor generellt sett är mest intresserade av att uppehålla sig utomhus och alltså har störst glädje av en solbelyst gårdsyta. Dels för att jag gjort ett amatörmässigt antagande om att det är då eventuell växtlighet börjar gro. Dels för att det är den del av året då mest direkt solljus karakteriserar himlen, enligt informationen i molnighetsdiagrammen i det första experimentet.

Genom att använda en inbyggd komponent i Ladybug, Solar envelope, kan man generera en form utifrån en målyta, det vill säga en yta som anges som mottagare av ljus, och andra ytor som anges som fotavtryck för geometrier. Genom att koppla den resulterande formen till fotavtrycksytor som kopieras i z-led enligt en tänkt våningshöjd och som samtidigt avgränsas till formens geometri så får man även en geometri som är indelad i våningsplan.



dp 1281K-P198, storleksförminskad till 1:5000, med undersökningsområdet markerat i rött.

diskussion

Resultatet av experimentet blev lite absurt och det här experimentet blev trots att det funkade ett misslyckande av flera skäl. Samtidigt var det misslyckanden som gav insikter och därför har jag valt att ta med det i arbetet trots att det inte ledde till något direkt applicerbart resultat.

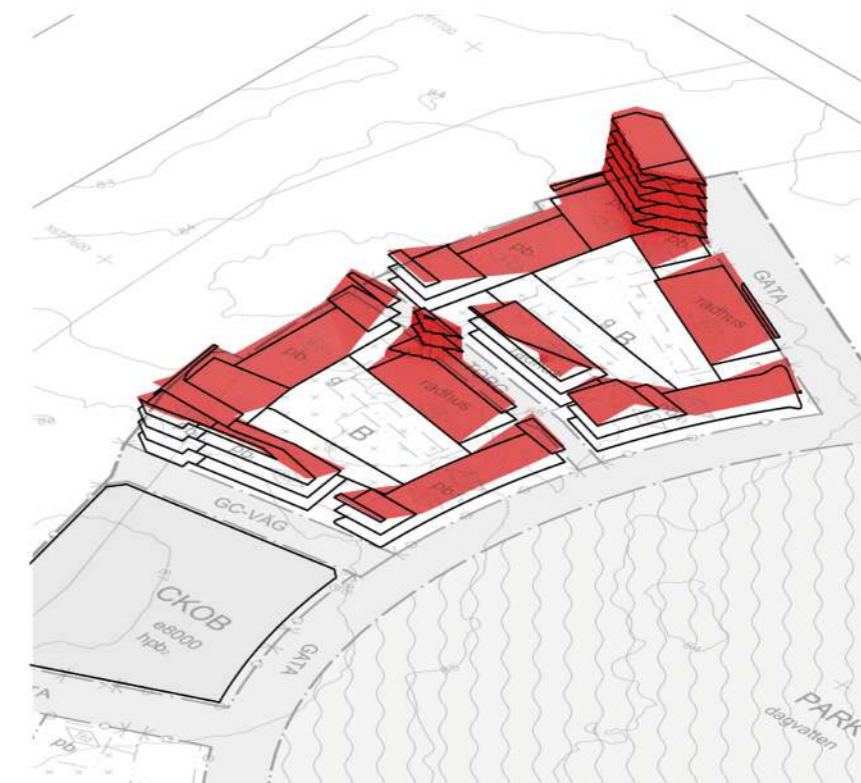
För det första så visade det sig att själva tanken med att genomföra experimentet, att stadsodla, inte är så lätt att undersöka med verktygen i Grasshopper. All strålning från ljuskällor kan beskrivas med en spektralfördelningskurva. Den beskriver hur stor mängd av de olika våglängderna i spektrumet som avges av just den ljuskällan⁽²²⁾. Det frekvensområde som människan är mest känslig för ligger runt 555nm⁽²³⁾. Detsamma gäller dock inte för fotobiologiska processer hos växter, vilka snarare tenderar att reflektera bort den strålning som vi är mest mottagliga för⁽²²⁾. De redskap som finns tillgängliga i Grasshopper i nuläget kan inte beskriva spektralfördelningen hos dagsljus utan grova förenklingar så därför går det helt enkelt inte att identifiera det ljus som växter "vill ha" inom ramen för plattformen.

Än viktigare är kanske insikten att även när man påstår sig generera något så är det inte en viljelös handling. Någon måste bestämma vad som ska tas hänsyn till i beräkningarna, och jag hamnade i en svårlöst situation gällande parametrarna jag skulle använda. Att generera form genom Solar envelope-komponenten utifrån dagsljus som inte skuggar en yta överhuvud taget är enkelt, problemet är bara att eftersom solen går upp vid horisonten vid positioner mellan ungefär nordost till sydost och ner vid horisonten i motsatta positioner så ger det upphov till väldigt absurda och platta former om man vill hårdra den parametern. Slutsatsen från en sådan undersökning blir att vill man inte skugga alls så ska man inte bygga alls. Genom att addera en funktion som ber programmet att bortse från solljus under en viss höjd över horisonten uttryckt som en vinkel så blir den resulterande geometrin "rimligare".

Problemet blir då att det inte finns några "objektiva" skäl att välja den ena eller andra vinkeln. Och då blir det svårare att förklara meningen med att generera form utifrån ljus, om parametrarna blir för godtyckliga. Matematisk precision är i min mening värdefull först om det finns något att vinna på den precisionen och det tyckte jag inte att jag gjorde i det här fallet.

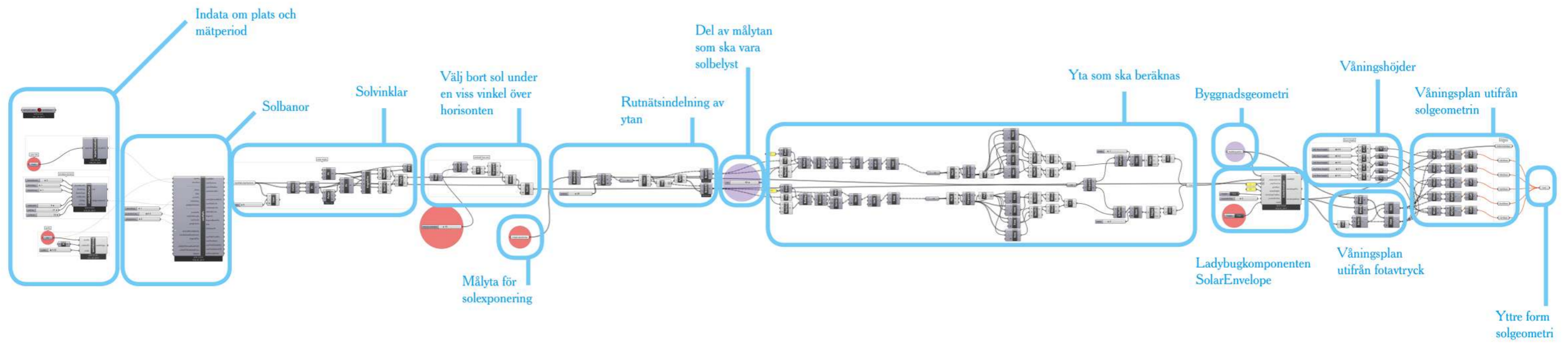


Byggnaders fotavtryck markerade i rött och målyta för solljus markerade i grönt.



Resultatet av Ladybugkomponenten Solar Envelope.

2.1



2.2 Visualisera tillgång till ljus

syste

Det här experimentet går ut på att analysera och synliggöra tillgängligheten till solljus i en fysisk kontext över tid. I praktiken är det en mer avancerad form av skuggstudie som ger en mer heltäckande bild av ljus och skuggor på en plats i ett kontinuerligt tidsflöde.

undersökningen

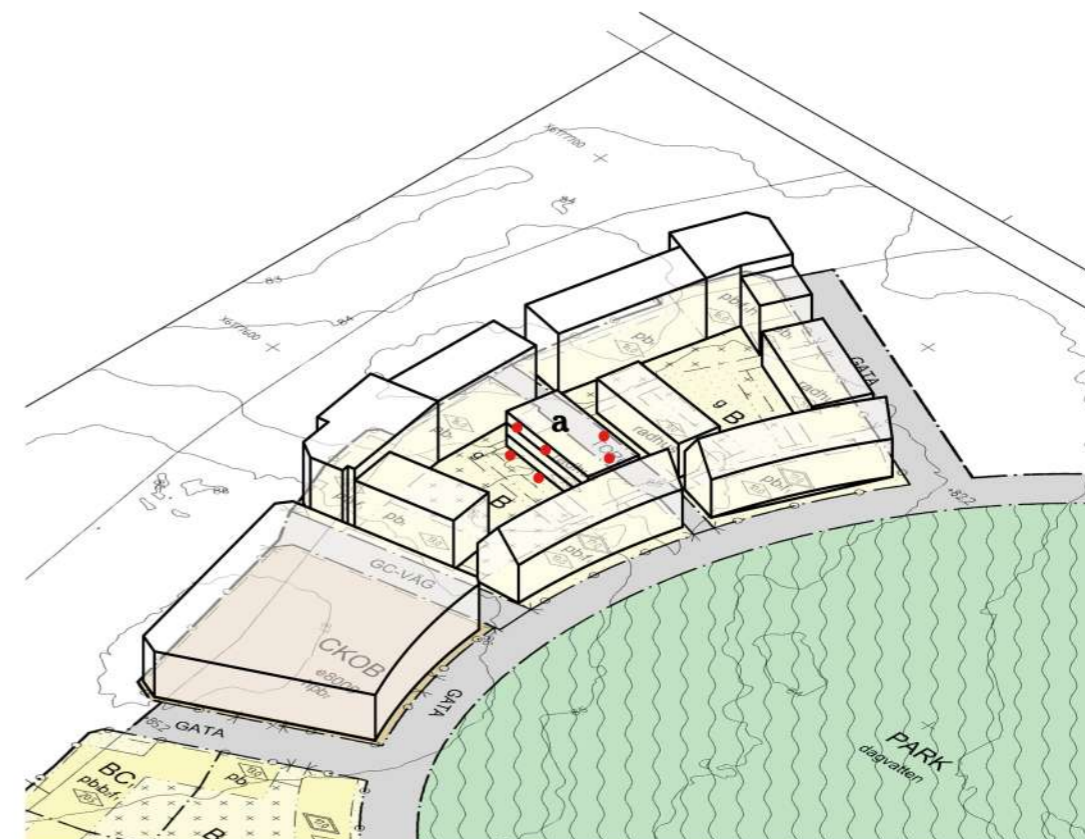
Jag har utgått ifrån en av tomterna i detaljplanen från Brunnsberg med antagandet att jag ska skissa på en byggnad där. Som en del i den processen vill jag se om det går att ta reda på vilken tillgång till naturligt ljus olika delar av en tänkt volym har, för att bättre kunna avgöra var det är lämpligt att placera olika typer av rum, vilken sorts fönsteröppningar som på ett bra sätt tar in det ljus som finns, var det skulle vara trevligt att ha en balkong, vilken tid på dygnet och året som en uteplats har tillgång till sol och så vidare.

Enligt min mycket begränsade erfarenhet av att arbeta som arkitekt så är detaljplanen ofta väldigt utslagsgivande på det färdiga resultatet. Står det att byggnaden får vara 13 meter från mark till takfot så kommer den att vara precis så hög, står det att taket får ha en vinkel på högst 45 grader med kupor på högst 25 procent av takets längd så riskerar det att se ut precis så. Det är helt enligt marknadens logik, byggherren tar vad den kan få för att maximera vinsten och som konsult kan man styra delar av utformningen men kanske inte alltid så mycket som skulle vara önskvärt ur ett arkitektoniskt perspektiv. För att analysera den valda tomten så har jag alltså utgått ifrån att övriga tomter bebyggts till vad detaljplanen tillåter i fråga om fotavtryck och byggnadshöjd.

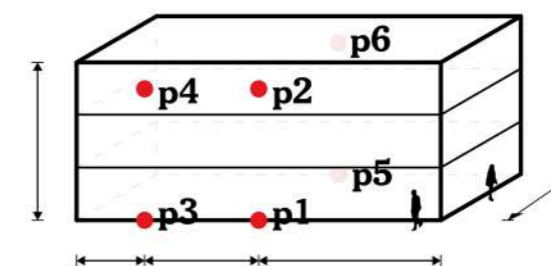
Med det sagt så är det inte geometrierna i sig jag är intresserad av i det här experimentet, utan informationen de kan ge upphov till. Jag har alltså inte lagt tid på att modellera upp indragna takvåningar, burspråk och balkonger, som skulle haft inverkan på tillgången till ljus i det här fallet.

Genom att använda mig av informationen om solpositioner i .epw-filen och koppla den till en geometri motsvarande detaljplanens maximala byggnadsdimensioner i Rhino så har jag tagit fram data som visar vilka tidpunkter som olika mätpunkter kan nås av solljus och vilka tidpunkter som den skulle kunnat nås om inte geometrin hade skuggat den. Det är gjort genom att låta Grasshopper kontrollera vilka solvektorer som bryts av geometrin i Rhinomodellen och koppla de indexen till samtliga solpositioners tidsinformation. Datan täcker ett helt år och analysen kan utföras med en noggrannhet på upp till en solposition per minut. I Köpenhamn skulle det motsvara ungefär 400 000 solpositioner på ett år. För att göra det möjligt för illustreringsprogrammet jag använt för att snygga till resultatet i att hantera filerna så har jag dock begränsat antalet positioner till en var tionde minut, vilket drar ned mätpunkterna till drygt 40 000. Sättet som informationen presenteras på skulle heller inte vinna särskilt mycket på en större noggrannhet.

Anledningen till att definitionen är så omfattande är att jag inte hittade något smidigt sätt att inkludera omställningarna till och från sommartid.

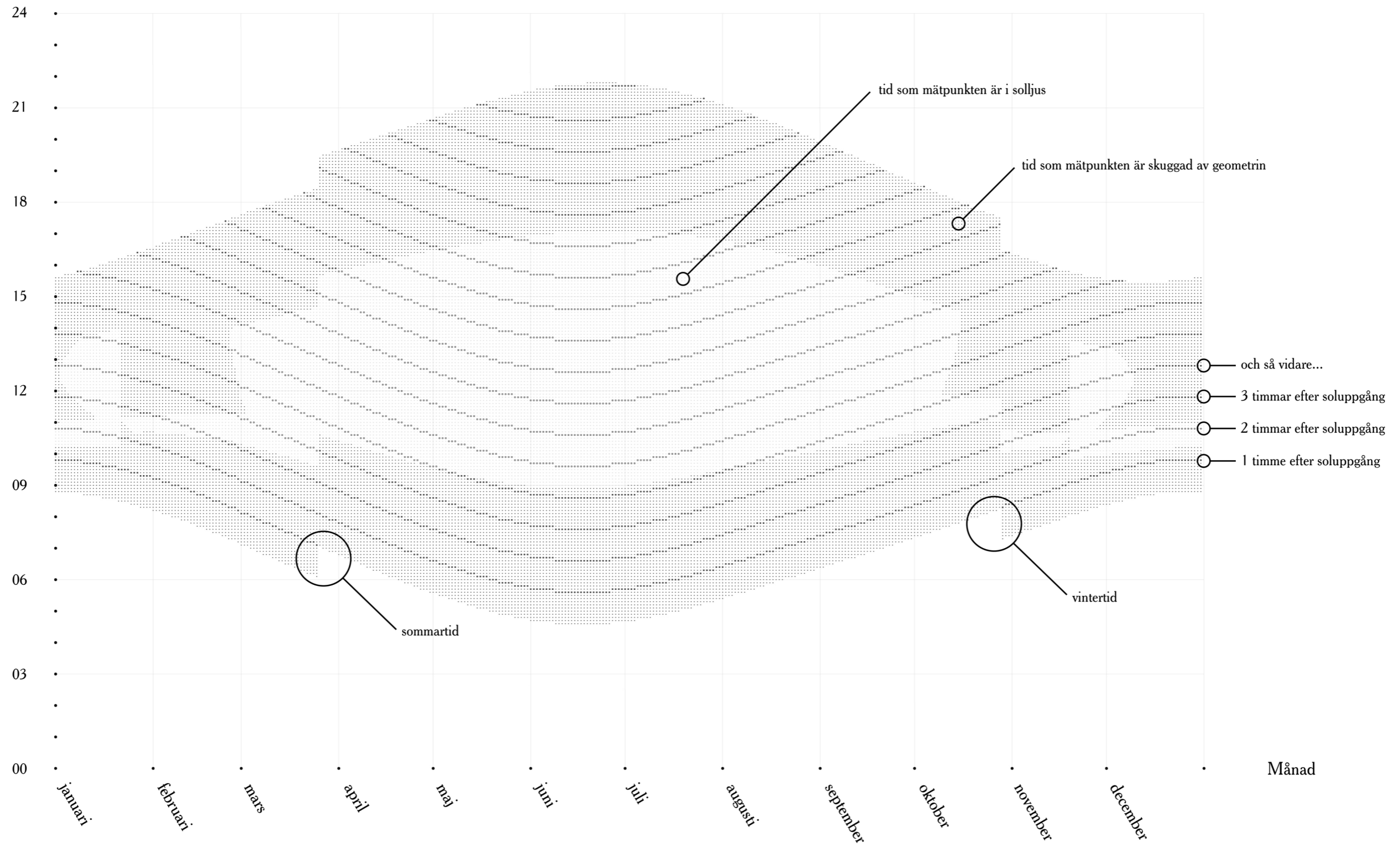


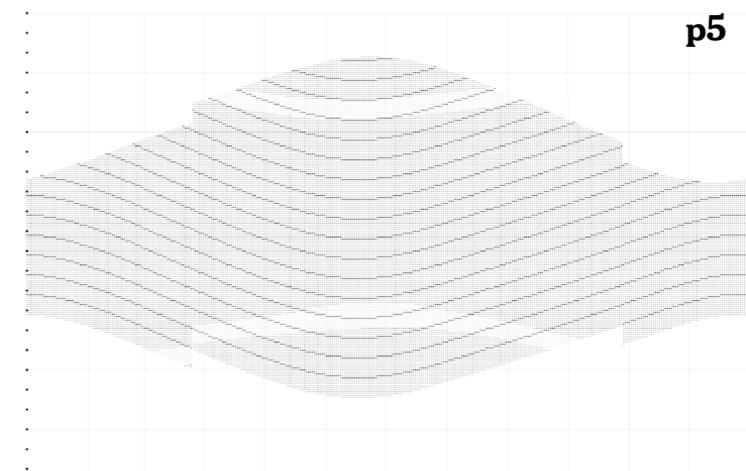
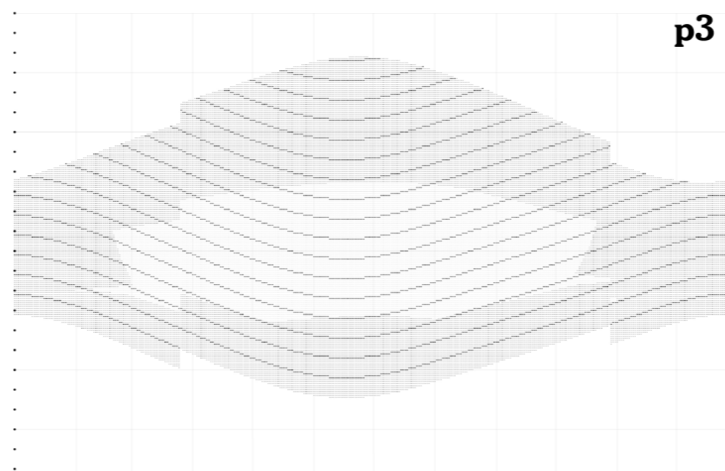
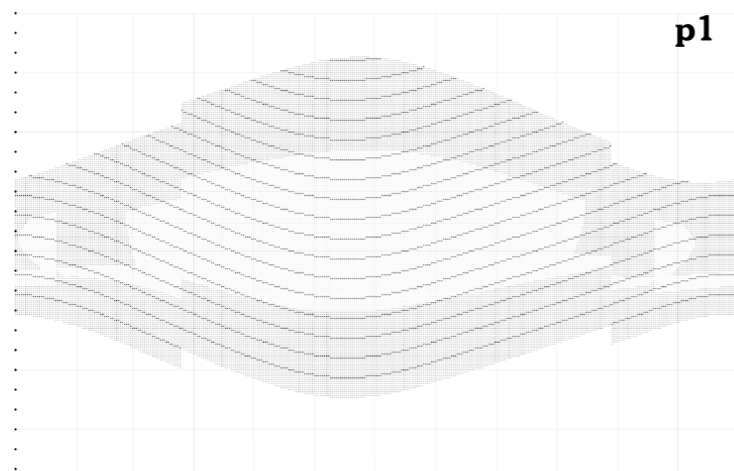
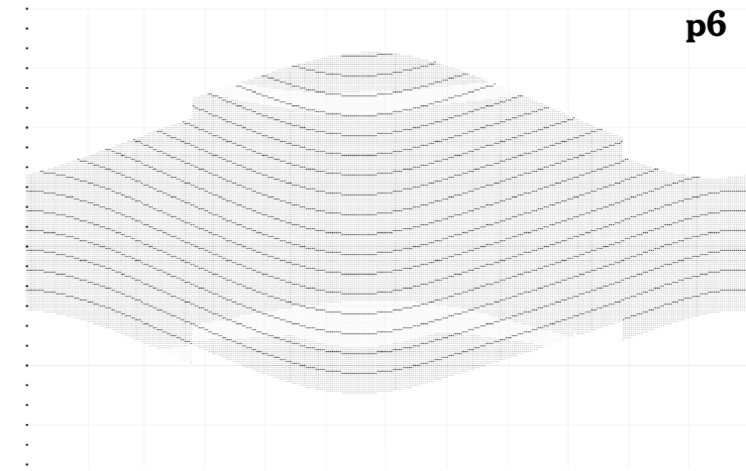
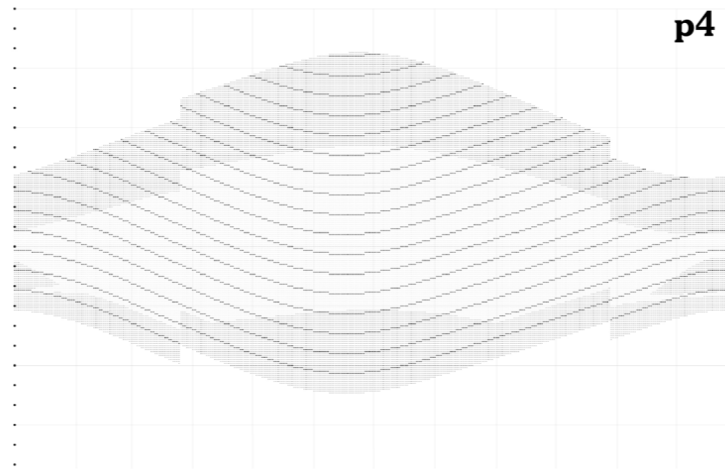
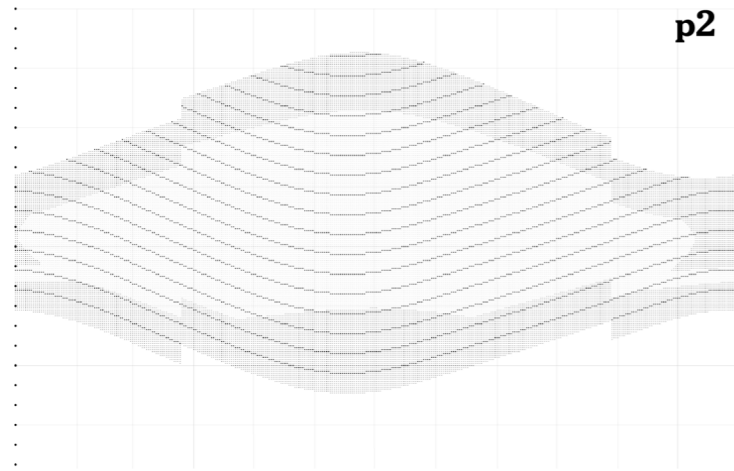
Maximalt tillåtna ungefärliga byggnadsvolymer enligt detaljplanen. Byggnadsvolymer för analys är angiven som "a" och mätpunkterna för analysen är utmärkta i rött.



Mätpunkternas placering runt volymen. Ojämma siffror motsvarar marknivå och jämna siffror ungefärlig fönsterhöjd för plan 3

Klockslag





diskussion

Analysen ger information om vilka konsekvenser en geometri har för tillgången till solljus och kan användas i följande syften:

1. Hur stor del av solljuset blockeras av geometrin?
2. Vilken tid på dygnet och året blockeras solljuset av geometrin?
3. Antal potentiella soltimmar, samt antal blockerade soltimmar per dag/vecka/månad/år?
4. Sol upp och sol ned dagligen och över året.
5. Överskådlig bild av säsongsspecifik och dygnsbunden tillgång till solljus.
6. Detaljerad information om hur ljuset förhåller sig till geometrin, sett över dygnet/månaden/året.

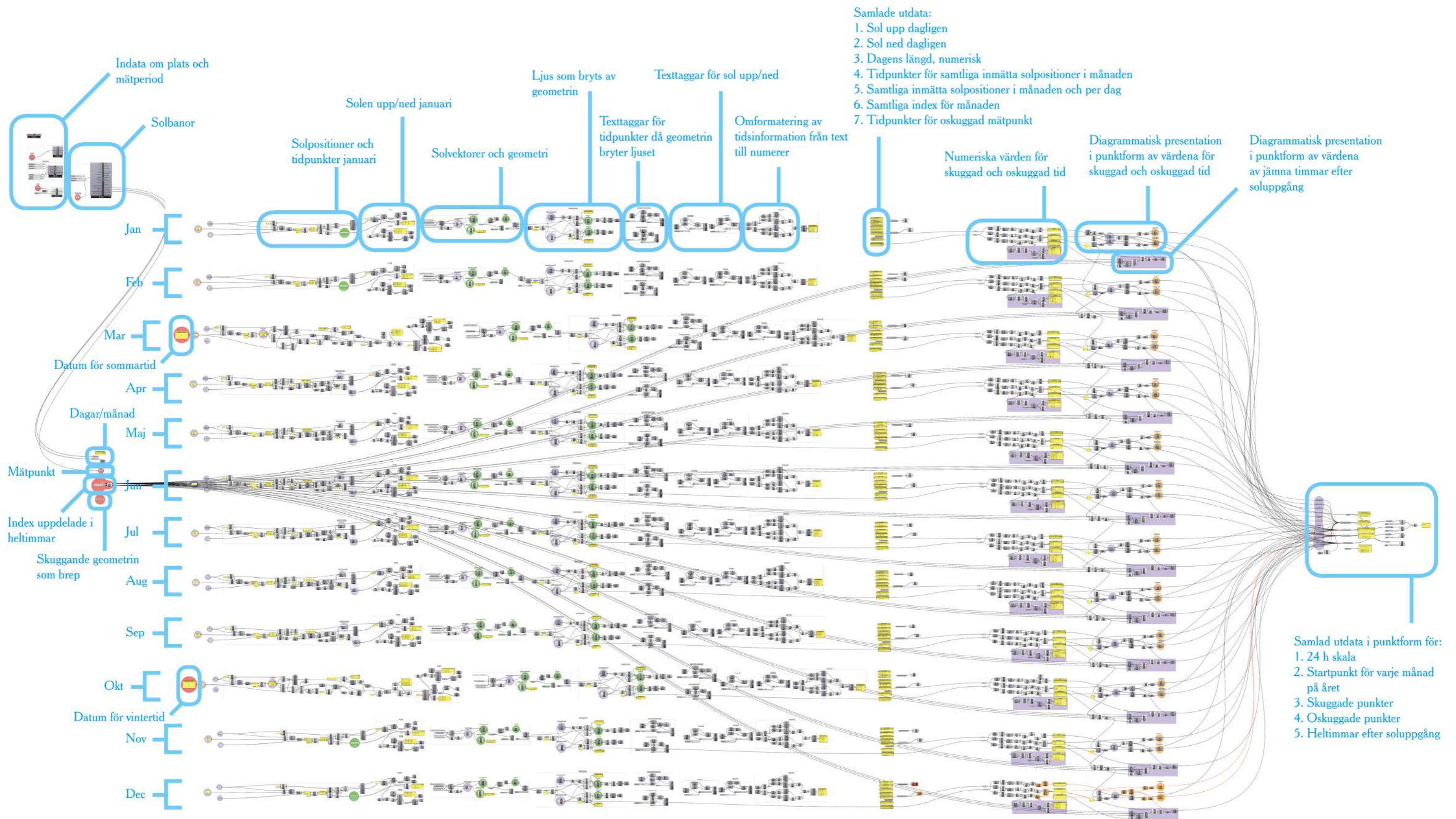
I en skissprocess skulle analysen kunna användas för att få lättöverskådlig information om vilken tillgång till ljus olika lägen i ett projekt skulle ha, genom att använda flera mätpunkter på olika höjd och i olika positioner.

I det här fallet har jag testat att mäta på punkter som sitter vid en volyms tänkta fasad, men det finns ingen begränsning för hur geometrin ser ut eller vilken skala det handlar om, definitionen skulle alltså kunna användas för att analysera både torgtor, uteplatser, interiöra rum eller väldigt specifika situationer där man kan ha ett intresse av tillgången till naturligt ljus.

Genom att höja mätpunkten i z-led kan man också dra slutsatser kring hur mycket lägre den omkringliggande bebyggelsen/geometrin skulle behöva bli för att mätpunkten ska få tillgång till ett visst ljus.

Ett intressant sätt att arbeta med den här definitionen vore att ta fram diagrammet, fatta beslut kring vilken typ av ljus man var intresserad av, mata tillbaka den informationen i programmet för att se hur och var geometrin kunde växa eller borde minska i dimensionerna och på så sätt jobba fram en form. En möjlig fortsättning på det här experimentet.

2.2



3. Ljus följer form

syfte

Avsnitt tre fokuserar på interiöra rum och ljus. Tillvägagångssättet är inte en parametrisk undersökning utan ett försök att identifiera olika sätt att forma ljus utifrån arkitekturhistoriska referenser och annan teori. Tanken bakom det här avsnittet var att hitta lämpliga parametrar att använda i de andra undersökningarna.

undersökningen

Den japanske arkitekten Ashihara Yoshinobu beskriver sambandet mellan interiör och exteriör som ett fundamentalt förhållningssätt till arkitektur och hur man skapar rum. Han beskriver det som att det finns två sätt att åstadkomma arkitektur, genom addition eller subtraktion, och jämför det med skulptörens sätt att arbeta. Antingen sätter man samman resultatet lerbit för lerbit, eller så hugger man bort träbit för träbit tills formen är klar. Det handlar alltså om huruvida man börjar med delarna eller helheten, om man börjar från insidan eller utsidan⁽²⁴⁾.

Man skulle kunna använda båda tillvägagångssätten när man arbetar med det naturliga ljuset. Börjar man med gestalten så har man valt den subtraktiva metoden och det kan få konsekvenser för ljusförhållandena inuti byggnaden om man inte har tankar kring insidan när man ritar utsidan. Den additiva metoden möjliggör för större fokus på de enskilda rummens kvaliteter och har kanske också större möjligheter att styra ljusupplevelsen i byggnaden, eventuellt på bekostnad av en strikt gestalt. Med samma logik skulle en subtraktiv metod kanske ha bättre förutsättningar att ge bra form åt de exteriöra rummen, stadsrum, gårdsrum och så vidare, genom att fokus i första hand hamnar på den exteriöra formen som kan sägas utgöra dessa rums väggar.

Principer för hur rum kan fördelas har funnits genom hela den västerländska arkitekturhistorien. Vitruvius skriver i det sjunde kapitlet i den nionde av sina Tio böcker om arkitektur om solens ljus och hur det förflyttar sig över dagen och året. Han förespråkar att badrum och matsalar avsedda för vinterhalvåret bör placeras åt väster, eftersom de behöver kvällsljus. Samtidigt bör man placera sovrum och bibliotek åt öster, eftersom de aktiviteter som hör till dessa utrymmen hör till morgonen. Ateljéer och gallerier ska orienteras mot norr så att ljuset i dessa utrymmen förblir så likartat som möjligt⁽²⁵⁾.

Tadao Ando och Louis Kahn har hämtat inspiration ur den romerska byggnadstraditionen och dess förhållande till ljus. Kahn beskriver hur de romerska grundstrukturerna valvet, kupolen, bågen och pelaren alla relaterar direkt till det naturliga ljusets förmåga att förändra rummets stämning under dagens lopp och årstidernas skiftningar⁽²⁶⁾. Tadao Ando tar Pantheon som exempel och menar att förhållningssättet till och behandlingen av ljus i den europeiska arkitekturen skiljer sig mycket från den japanska. Medan europeisk arkitektur sedan antiken intresserat sig för ljuset som känslöbarare och drama och varit mer fokuserad på det direkta ljuset, så har den japanska

arkitekturen kännetecknats av skuggans subtila nyanser. Shoji-skärmar, lång takfot, reflekterande verandor och svartlackade trätytor är element i den japanska arkitekturen som leder in diffuserat ljus i byggnaden. Resultatet är en annan atmosfär i rummen⁽²⁷⁾.

Det traditionella japanska rummet upplevs inte nödvändigtvis som mörkare än det klassicistiska. Mycket ljus ger inte alltid upplevelsen av ett ljusare rum utan det handlar även om hur ljuset fördelas i rummet. Om gränsen mellan ljust och mörkt är skarp så kan det genom kontrastverkan leda till att de mörka delarna av rummet upplevs som mörkare än vad de rent mätbart är och att rummet som helhet upplevs som mörkare⁽²⁸⁾.

Om man ser till de element som formar ljuset i rummet i båda dessa traditioner så skulle man kunna samla dem i olika kategorier. Takfoten och verandan är en del av den yttre formen, shoji-skärmen en gräns, bågen och pelaren en öppning, kupolen och valvet en inre form och det svartlackade träet en ytkaraktär. Gemensamt för dem alla är att de antingen har en egen yta eller relaterar direkt till en annan yta.

Theo van Doesburg, grundaren av De Stijl, ansåg att ytan och dess färg är det enda element som är av betydelse för arkitektur, med argumentet att arkitekturens rum definieras av atmosfären som ytan åstadkommer⁽²⁹⁾. Ytan är av central betydelse för ljus. Först när ljusstrålning träffar en yta som den kan reflekteras ifrån blir det möjligt för den mänskliga förmågan att uppfatta sådant som rum och färg. Även sådant som inte är materiellt såsom fönsteröppningar och andra passager kan ses som delar av ytor, på så sätt att det annars inte skulle gå att uppfatta dem som definierbara icke-materiella element.

Färg är en viktig del av rumsupplevelsen men beroende av många och mycket svåröverblickbara kulturellt och individuellt knutna faktorer och det går inte att med säkerhet dra generella slutsatser kring vad som är "bra" eller "dåligt"⁽³⁰⁾. Rent tekniskt skulle man om än lite förenklat kunna säga om färg att den upplevda färgen som reflekteras från en yta är en produkt av ljuskällans och ytfärgens egenskaper och förmåga att reflektera olika våglängder⁽³¹⁾. Rent rumsligt och i förhållande till naturligt ljus innebär det att blåaktiga ytfärger upplevs som intensivare i det diffusa norrljuset samtidigt som gulröda färger tappar i intensitet, medan det motsatta förhållandet gäller för solljus från söder⁽³²⁾.

Påföljande sidor innehåller en serie diagram som är indelade i kategorierna gräns, öppning, inre form, yttre form och ytkaraktär. De representerar ett försök att hitta en mer principiell metod att tänka kring ljus och form.

27) Binet & Flagge, *Das Geheimnis Des Schattens*, 138-139

28) Fridell Anter & Klarén, *Färg och ljus för människan - i rummet*, 214

29) Schultz, *Carlo Scarpa Layers*, 65

30) Fridell Anter & Klarén, *Färg och ljus för människan - i rummet*, 217

31) Ibid, 154, 168

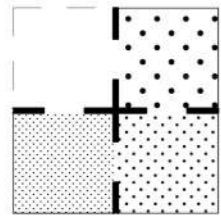
32) Ibid, 205

24) Yoshinobu, *The Hidden Order*, 68

25) Borys, *Lume di Lume: A Theory of Light and Its Effects*, 4

26) Büttiger, *Licht und Raum*, 16

Gräns

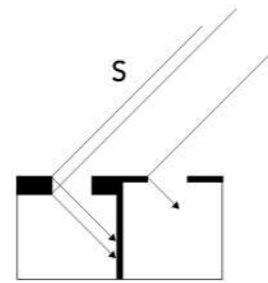


Sekvens

1. Sekvenser av olika ljusa rum påverkar upplevelsen av ljus.
2. Påverkar både upplevd intensitet och färg.

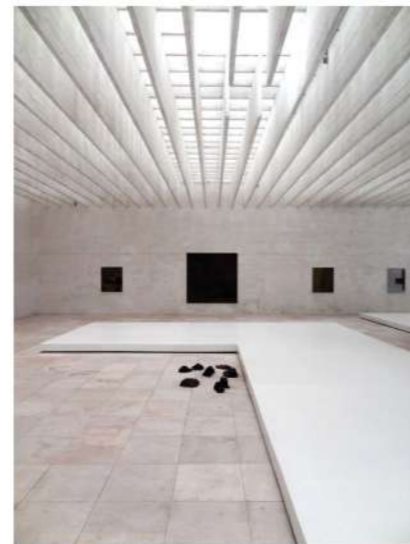


Sekvens av olika ljusa rum i Koshino House, Tadao Ando.³³⁾

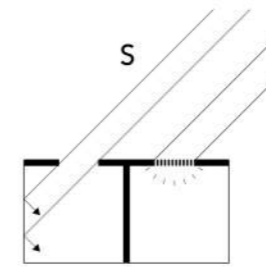


Djup

1. Djupet på ytor intill öppningar påverkar reflektionen av ljus in i rummet. Större djup betyder mer reflekterat ljus.



Ljusdiffuserande gräns i Nordiska paviljongen i Venedig, Sverre Fehn.³⁴⁾

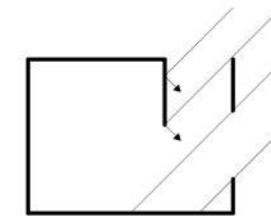


Transparens

1. Graden av transparens bestämmer om ljuset är direkt eller diffuserat.
2. Det avgör också om ljuset får en riktning eller sprids jämnt i rummet.



Olika grader av transparens i DIA Beacon i New York.³⁵⁾



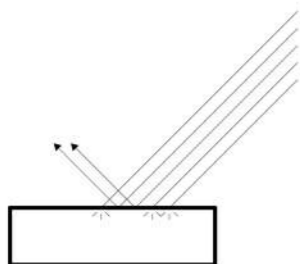
Antal gränser

1. Dubbla gränser släpper in direkt ljus samtidigt som det diffuserar ljuset genom att reflektera det.
2. Skapar en rumslig ljussekvens.



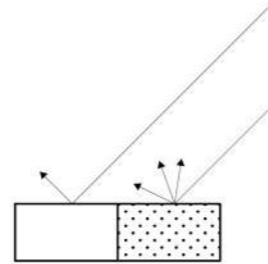
Flera gränser i rumslig sekvens i Indian Institute of Management i Ahmedabad, Louis Kahn.³⁶⁾

Yta



Färg

1. Reflekterar olika mycket av ljusets spektralfördelning.
2. Den strålning som inte reflekteras omvandlas till värme.
3. När spektralfördelningskurvan hos ljuset matchar ytans färgnyans ökar ytans upplevda färgintensiteten.
4. Närliggande ytor av samma färg ökar den upplevda mörkheten och intensiteten hos ytfärgen genom reflekterat ljus.

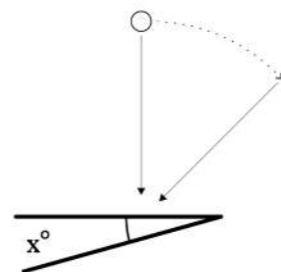


Ytstruktur

1. Släta ytor reflekterar ljus på ett mer direkt sätt.
2. Skrovliga ytor diffuserar det reflekterade ljuset mer.



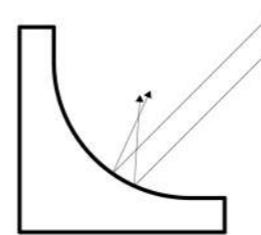
Färg i Muralla Roja, Ricardo Bofill.⁽⁹⁷⁾



Vinkel

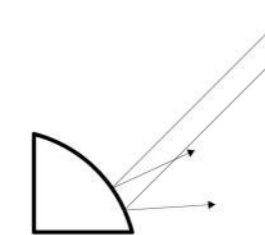
1. Ju närmre ytans vinkel är solstrålningens, desto snabbare förflyttar sig skuggor över ytan.

Inre form



Välvd - konkav

1. Samlar det reflekterade ljuset i rummet.

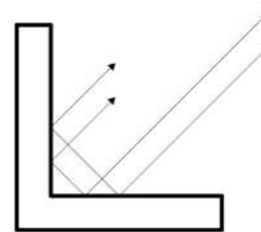


Välvd - konvex

1. Sprider det reflekterade ljuset i rummet.

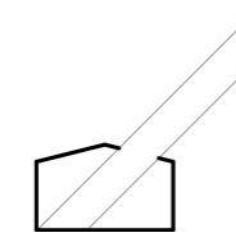


Konvex yta och hög takvinkel diffuserar ljuset i rummet.



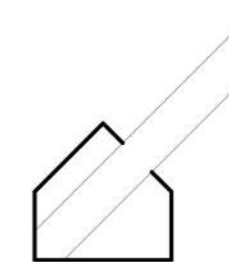
Rätvinklig

1. Reflekterar ljus i en vinkel av (180-infallsvinkel) grader.



Takljus med låg takvinkel

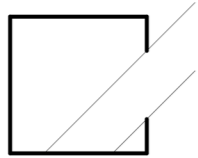
1. Högre kontraster.
2. Högre illuminansnivåer.



Takljus med hög takvinkel

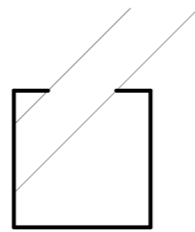
1. Jämnare fördelat, mer diffuserat ljus.
2. Lägre illuminansnivåer.

Öppning



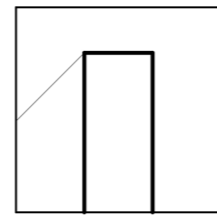
Vägg

1. "Bättre" mottagare av horisontellt, direkt ljus.



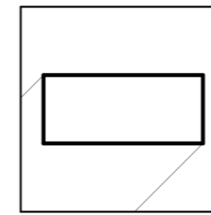
Tak

1. "Bättre" mottagare av diffuserat himmelsljus



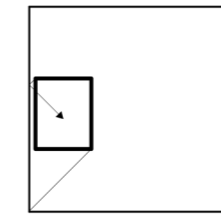
Vertikal form

1. Golv och innertak illumineras bättre.
2. Rummet upplevs som högre.
3. Svarar bättre mot dygnsrelaterade ljusrörelser.



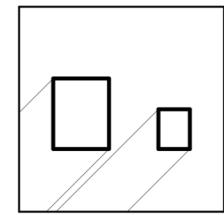
Horisontell form

1. Bättre illuminerade väggar.
2. Rummet upplevs som bredare.
3. Svarar bättre mot säsongrelaterade ljusrörelser.



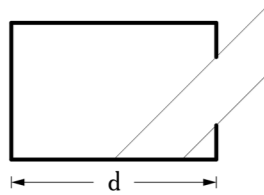
Placering

1. Anslutning till vinkelräta ytor reflekterar in mer ljus i rummet.



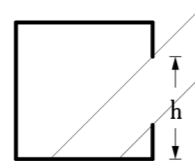
Storlek

1. Stor påverkan på ljusets karaktär.
2. Kontrollerar illuminationsnivåer.
3. Styr om ett rum är helt eller delvis upplyst.
4. Ett litet fönster förstärker gränskaraktären i väggen.
5. Stora fönster minskar kontrasterna i rummet.



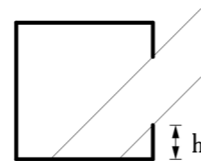
Ju längre avstånd "d"

1. Desto större kontraster
2. Desto större risk för bländning i rummets bakkant.



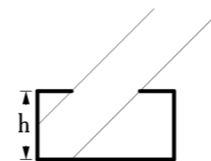
Ju längre avstånd "h"

1. Desto längre in i rummet sträcker sig ljuset
2. Desto snabbare accelererar ljusbilden över ytan "d"
3. Desto oskarpare blir ljuskonturerna på ytan "d"
4. Destomindre kontraster.



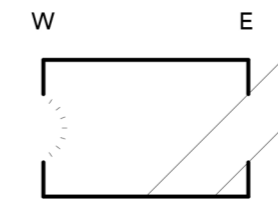
Ju kortare avstånd "h"

1. Desto mer ljus reflekteras in i rummet från golvet.



Takljus och dimensioner ju längre avstånd "h"

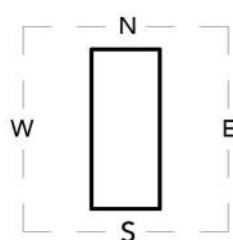
1. desto mer diffuserat blir ljuset
2. desto lägre kontraster
3. desto lägre illuminationsnivåer



Motsatta öppningar i Ö-V riktning

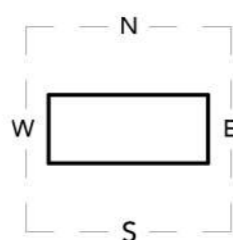
1. Morgon- och kvällsljus
2. Direkt solljus i kombination med diffuserat ljus

Yttre form



Nord-sydlig riktning

1. Understödjer upplevelsen av dygnsbaserat ljus.
2. Ljus rör sig från volymens ena sida till den andra under dagens lopp.

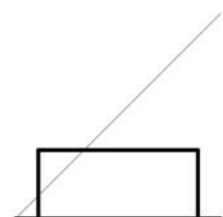


Öst-västlig riktning

1. Understödjer upplevelsen av säsongsbaserat ljus
2. Ljus rör sig över olika ytor beroende på årstid

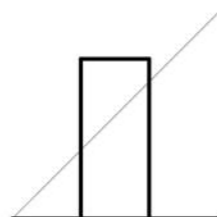


Ben Isguen i Algeriet, tät bebyggelse skuggar de lägre nivåerna av bebyggelsen. ⁽³⁸⁾



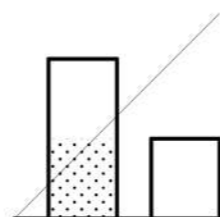
Horisontell form

1. Bättre mottagare av vertikalt ljus.
2. Blockerar mindre ljus mot omgivningen.



Vertikal form

1. Bättre mottagare av horisontellt ljus.
2. Blockerar mer ljus mot omgivningen.



Del av kluster

1. Delar upp byggnaden i förhållande till solljus
3. Övre delen har mycket bättre tillgång till ljus morgon, kväll och vinter.

Diskussion

Anledningen till den här undersökningen var att använda teori för att identifiera parametrar som går att arbeta med i Grasshopper. Det har den delvis också gjort. Inte på ett sätt som gör att jag kan säga att "exakt detta ledde till detta" men som ett redskap för att förbättra min generella förståelse för hur naturligt ljus och form samspekar har det varit användbart.

Principer av den typ som diagrammen representerar är ett i mitt tycke mer lättillgängligt och inspirerande verktyg än de parametriska undersökningar jag genomfört. De representerar också enligt min mening till stor del en del av skissprocessen där man gått längre in i gestaltningen, och kan vara hjälpt av metoder för att uppnå en viss rumslig effekt kopplad till ljus. Det beror på vilken ände man börjat i, delarna eller helheten precis som Yoshinobu beskriver det.

På så vis handlar diagrammen mer om arkitekturen i sig än om förutsättningarna för den, vilket undersökningarna hittills handlat om.

För att kunna arbeta precis med naturligt ljus så räcker dock inte den här typen av principer som redskap. De skulle kunna vara användbara för att skissa på en byggnad men måste vid någon tidpunkt sannolikt matchas mot solvinklar, mer precisa väderstreck och tidsbundna aspekter av ljus.

4.1 Sovrummet

syfte

Det här experimentet handlar om att orientera ett sovrum och att dimensionera en fönsteröppning som tar in en viss sorts direkt ljus och stänger ute allt annat. Det handlar också om att testa komponenten Galapagos, en så kallad "evolutionary solver" som kan användas för att generera svar som bäst stämmer överens med ett påstående, som metod.

undersökningen

Redan på Vitruvius tid fanns principen att sovrum bör orienteras åt öster⁽³⁹⁾. Det här experimentet går ut på att låta Grasshopper generera och manipulera form utifrån en serie påståenden, som grundar sig i samma antika principer men försöker utnyttja precisionen i Grasshopper för att förfina orienteringen av rummet och styra dimensioneringen av fönsteröppningen.

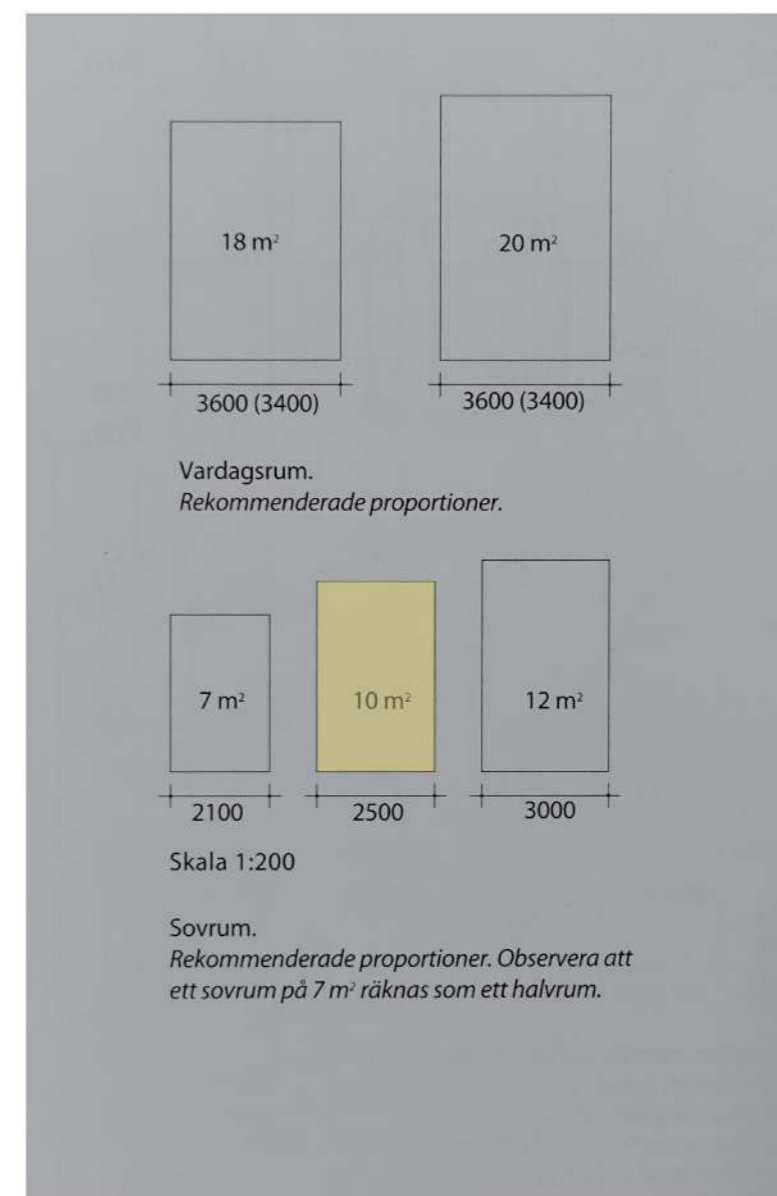
Genom att ta fram en genomsnittsriktning för alla solvektorer från den första solbelysta timmen skulle man kunna hävda att man kan ta reda på den optimala orienteringen för en sovrumsyttervägg. Det skulle motsvara riktningen för en vägg som på bästa sätt är placerad för att ta emot dagens förstal ljus över hela året. Vad en sådan formulering inte tar ställning till är tiden på dygnet. Under sommaren i södra Sverige går solen upp i en närmast nordöstlig riktning, mycket tidigt på morgonen. Under vintern är riktningen närmast sydöstlig och klockslaget för soluppgång är upp till 4,5 timmar senare som kan utläsas ur diagrammet i experiment 2.2. Det är kanske inte önskvärt att ha solen lysande i ögonen klockan 04:30, och därför vore det intressant att genomföra ett test där datan är modererad utifrån klockslag. Ett sådant påstående skulle kunna formuleras som:

A. Utgå från solpositionerna under timmen mellan 07 och 08. Har solen inte gått upp klockan 07 så utgå från första timmen av solljus.

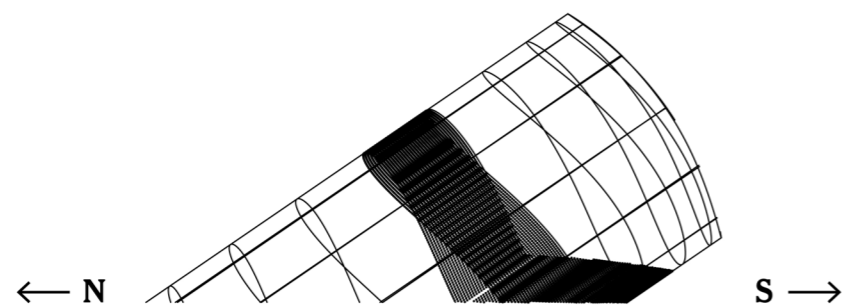
B. Hitta en vinkel som bäst stämmer överens med så många av dessa solpositioner som möjligt och vänd geometrin vinkelrätt mot denna vinkel.

Det vrider väggen mer åt söder, eftersom solen på sommarhalvåret har hunnit vandra söderut över himlen klockan 07. Den här delen av undersökningen är utförd genom att räkna fram ett genomsnittligt väderstreck ur solpositioner.

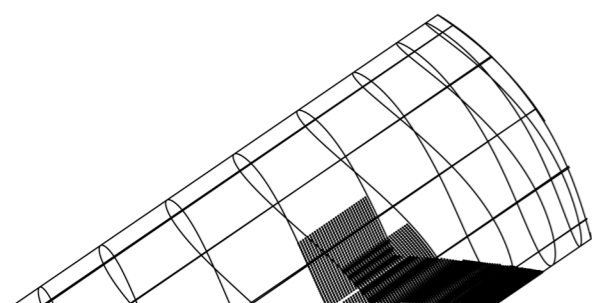
För att släppa in ljus i rummet har jag utgått ifrån ett fönster med storleksförhållandet 10% av golvytan. Det är en tumregel för förhållandet mellan rums- och fönsterdimensioner för att uppnå godtagbara illuminationsnivåer. Ett för stort fönster riskerar att göra rummet för varmt på sommaren och ett för litet fönster för mörkt på vintern och orsaka bländningseffekter året runt⁽⁴⁰⁾. Låt också anta att man vintertid vill ha in så mycket direkt solljus som möjligt för att lyckas släpa sig ur sängen, men att man sommartid kan nöja sig med reflekterat ljus från fönstersmygen eller en



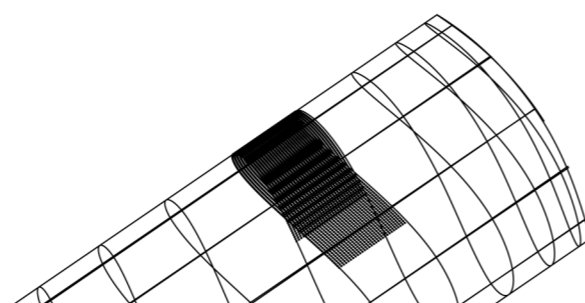
Exempelsovrum enligt Arkitektens handbok⁽⁴¹⁾.



Vy mot öst över solens positioner året runt mellan klockan 07 och 08, alternativt första timmen av solljus om solen inte gått upp klockan 07.

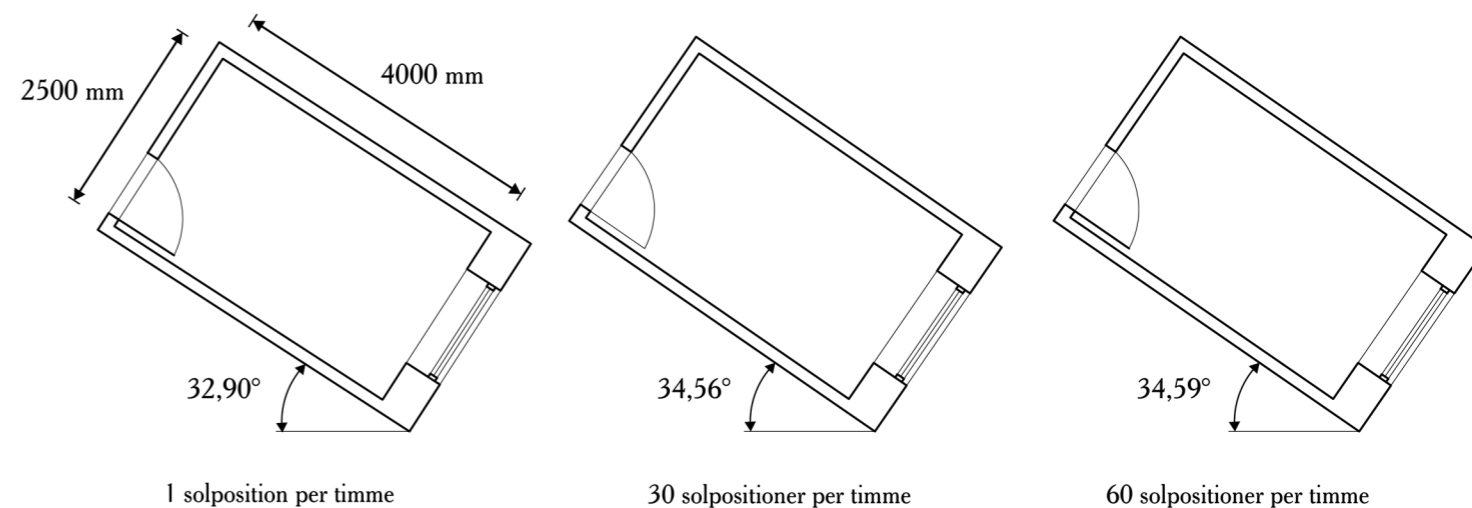


Som ovan men endast vinterns ljus.



Som ovan men endast sommarens ljus

Orientering av rummet utifrån solljus mellan klockan 07 och 08, eller första timmen av solljus om solen inte gått upp klockan 07. Tre olika precisionsinställningar på solljuset har gett olika resultat.



Fyra undersökningar som med hjälp av Galapagos-komponenten utreder den optimala fönsterdimensionen utifrån fyra ljusbaserade frågeställningar. Smygdjupet är 500 mm och fönsteröppningen är placerad mitt på väggen för att det saknar betydelse i det här sammanhanget.

innervägg i direkt anslutning till fönstret. Då skulle man kunna formulera ett påstående som lyder:

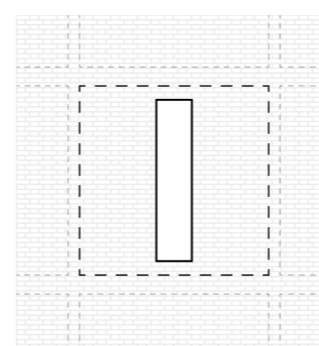
AA. Utgå ifrån solpositionerna under timmen mellan 07 och 08. Har solen inte gått upp klockan 07 så utgå från första timmen av solljus.

BB. Utgå ifrån ett smygdjup på 500mm, ett ganska rimligt mått i energisnåla byggnader.

CC. Dimensionera en öppning med en yta motsvarande 10% av golvytan som släpper in så mycket av det direkta vinterljuset och så lite av det direkta sommarljuset som möjligt. Dimensionera också en öppning som släpper in så mycket av det direkta sommarljuset och så lite av det direkta vinterljuset som möjligt, för att på något sätt bedöma rimligheten i resultatet.

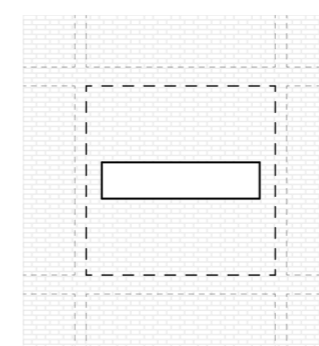
Resultatet är fyra olika fönsterformer som genererats fram med hjälp av Galapagoskomponenten.

Genom att sätta ut ett antal mätpunkter strax innanför fönstersmygens bakre kant och se om solvektorerna bryter någon av fönstersmygens ytor så har komponenten räknat fram den optimala fönsterdimensioneringen för det efterfrågade resultatet.



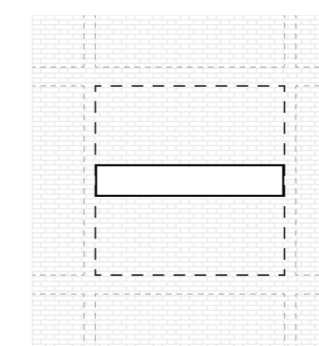
H: 2132 mm
B: 469 mm

Fönsteröppning som stänger ute så mycket som möjligt av vinterhalvårets morgonljus.



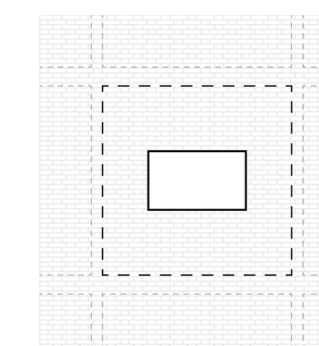
H: 479 mm
B: 2087 mm

Fönsteröppning som släpper in så mycket som möjligt av vinterhalvårets morgonljus.



H: 2474 mm
B: 404 mm

Fönsteröppning som stänger ute så mycket som möjligt av sommarhalvårets morgonljus.



H: 1291 mm
B: 775 mm

Fönsteröppning som släpper in så mycket som möjligt av vinterhalvårets morgonljus.

diskussion

Experimentet visar en möjlig metod för att generera form från naturligt ljus. Det visar också på några av möjligheterna och begränsningarna med parametriska verktyg. Möjlighet att göra väldigt många beräkningar med begränsningen att det man är ute efter måste gå att uttrycka matematiskt. Det handlar också om att få ned antalet parametrar. Genom att välja att utgå ifrån en given rumsform och att fönsteröppningen skulle vara en procentsats av rumsformens yta så gick det att beskriva fönstrets dimensioner i form av en fast area och en maximal bredd i form av rummets bredd. I och med det så gick det att styra fönsterdimensionen med en enda variabel, vilket är vad som krävs för att Galapagos ska fungera. Som målvärde hade jag antal brutna solvektorer mot fönstersmygens ytor i fyra mätpunkter.

En intressant del av undersökningen var att se vilken skillnad olika antal solpositioner per timme gjorde för resultatet. Skillnaden mellan 1 mätning per timme och 1 per minut gick förvisso att urskilja men i sammanhanget arkitektur är den nog i de flesta fall försumbar.

Möjligheten att göra väldigt många beräkningar på något som skulle vara svårt att få ett lika säkert resultat på med ett mer manuellt uträkningsätt är vad som gör det här experimentet intressant. Jag tror att den här typen av formgenererande skulle fungera ganska bra som metod för formsökande i ett ljussammanhang, oavsett om det handlar om fönsteröppningar eller andra geometrier, så länge man kan uttrycka dessa matematiskt och med tillräckligt få variabler.

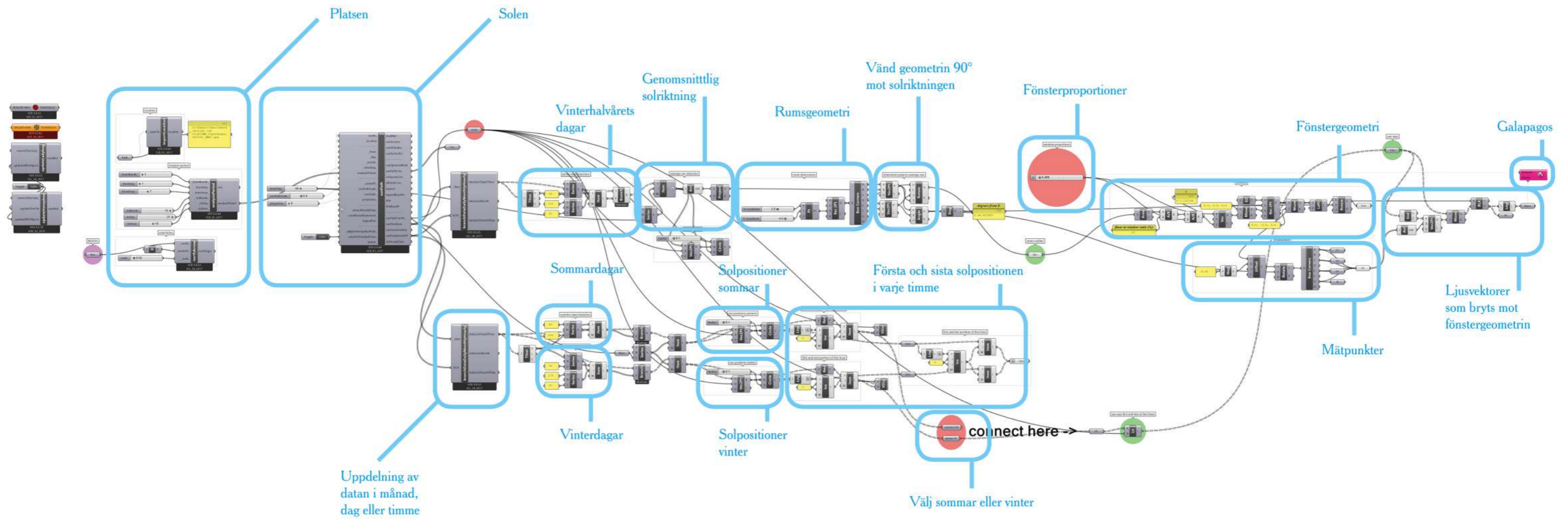
För att återkoppla till bilden på Casa Gilardi i början av rapporten, så hade det Barragan sökte i poolrummet varit enkelt att utföra med den här definitionen. Genom att ställa tiden i Sunpath-komponenten på mellan 11 och 12 och koppla fönstrets dimensioner, med en eller flera variabler, till Galapagos så hade man kunnat generera fram den optimala formen för att släppa in ljuset mellan dessa tidpunkter.



Morgonljus

Bilderna föreställer en gipsyta som fotograferats vid ett fönster i Malmö under en period av 1 timme och 40 minuter på morgonen den 22 september 2017. Kameran är inställd på färgtemperaturen 6500 Kelvin och ljusstyrkan har komparerats för. Bilderna visar hur spektralfördelningskurvan i det diffuserade morgonljuset förändras från en rödaktig till en blåaktig ton.

4.1



4.2 Det rörliga ljuset

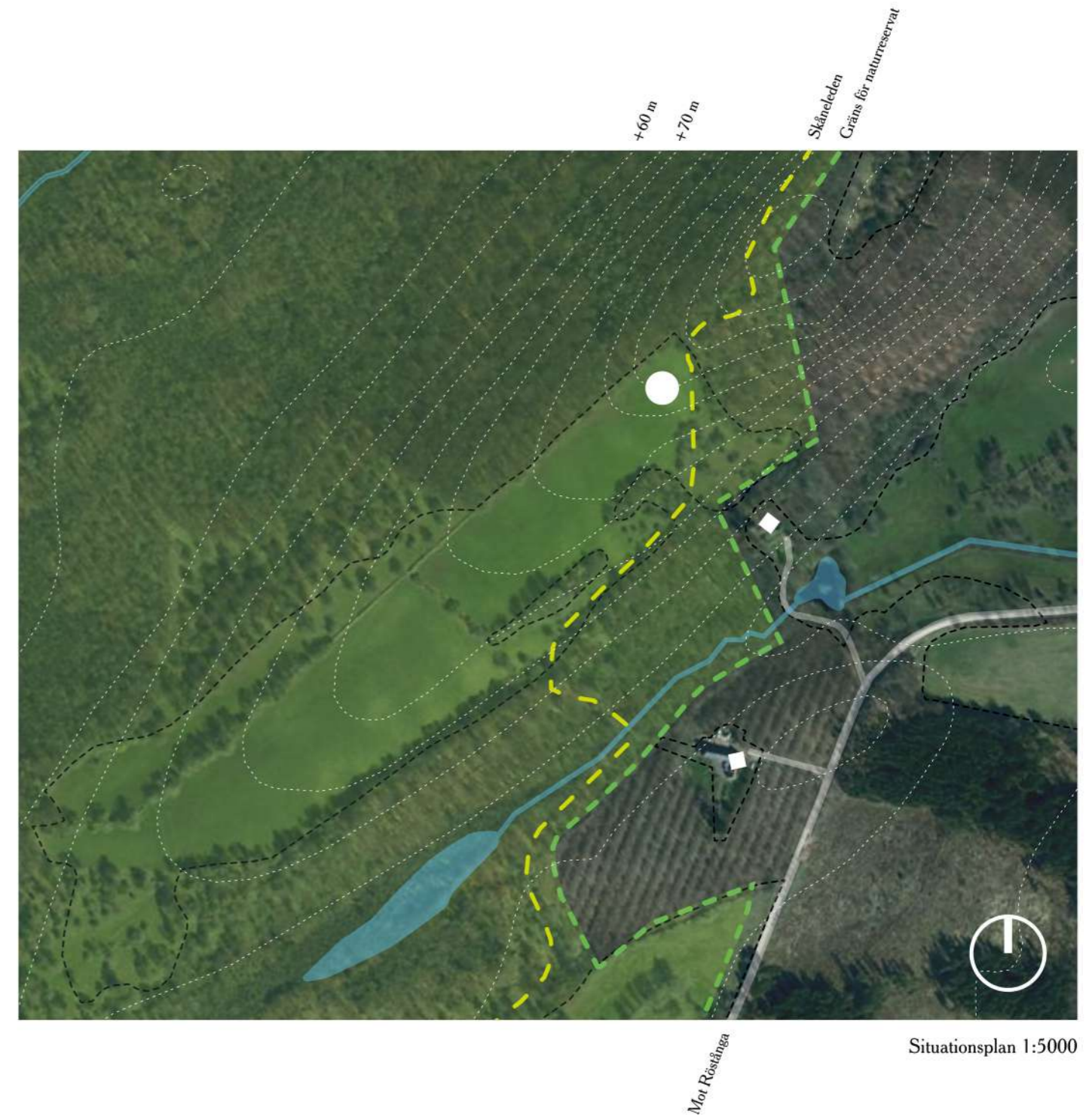
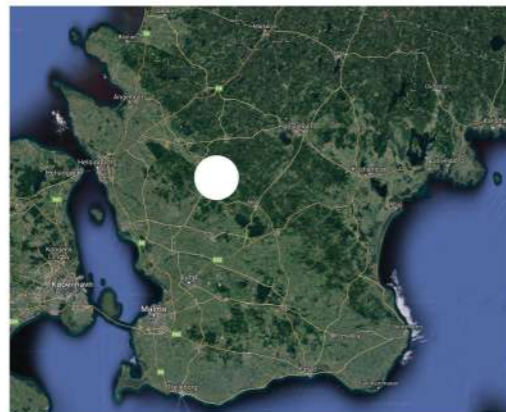
syfte

Det sista experimentet handlar om att försöka använda Grasshopper för att formge något på en faktisk plats. Jag har valt att rita en landskapsinstallation vars primära funktion är att ombänderta och sila solens strålar på ett sätt som stärker en årstidsbunden upplevelse av solens ljus. Syftet är också att se om det går att använda parametriska verktyg för att beräkna solljusets koppling till tid på ett sätt som gör att man kan förutsäga det.

undersökningen

Experimentet är ett försök att genom att ställa ut ett antal träkonstruktioner på en plats göra det möjligt att vintertid uppfatta solljusets rörelse över en yta. Min och troligen många andras subjektiva upplevelse av vinterljus är att det är flyktigare än sommarljus och att det ibland kan kännas som att solen knappt gått upp förrän den går ned igen. Jag vill genom installationen ta fasta på den känslan genom att göra det möjligt att uppfatta solljusets rörelse i realtid.

För att undersöka hur det kan gå till har jag dels tagit reda på hur långsamma rörelser människans synsinne kan uppfatta och vilka faktorer som spelar in, dels hur fort solen rör sig och hur skuggkastande föremål förhåller sig till de ytor skuggorna kastas mot. Slutligen vilka förutsättningar som ges av platsen för att åstadkomma det jag söker.



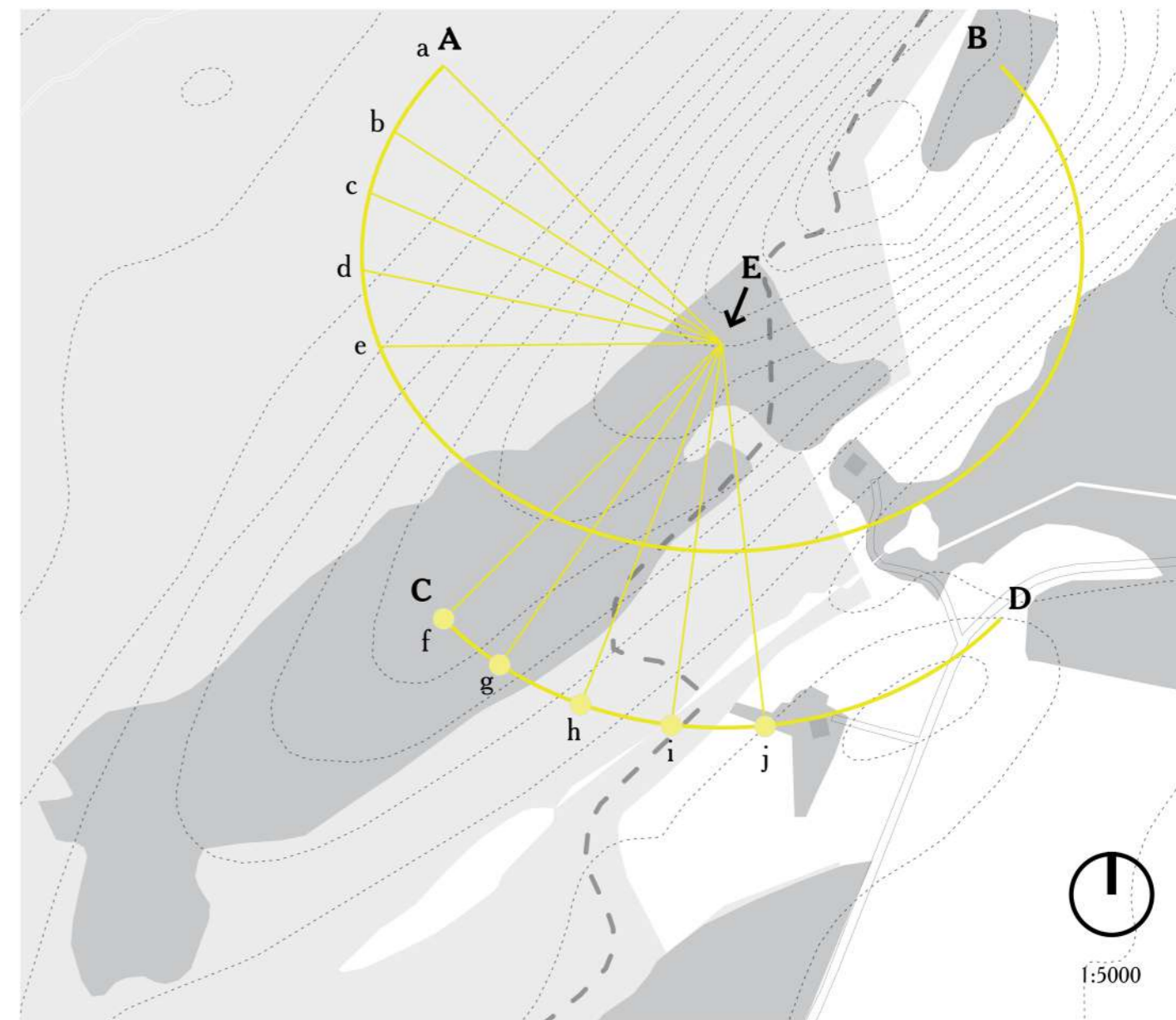
Situationsplan 1:5000

Platsen

Platsen är en äng strax utanför Röstånga i Skåne. Platsen ligger i ett naturreservat alldeles intill Skåneleden med vacker utsikt över landskapet. Anledningen till att jag valde platsen är dels att det är en öppen plats i söderläge, vilket ger förutsättningar för en intervention som ska hantera naturligt ljus, dels att dess enda närliggande fysiska kontext är naturen vilket jag tycker fungerar bra för dess syfte.

Installationens placering intill Skåneleden innebär att den ska vara öppen för vandrare att träda in i, ställa väskan mot eller reta sig på.

Bilden nedan visar hur platsen ser ut från skogsbrynet i ängens nordöstra hörn. Ängen löper i sydvästlig riktning från kamerans position. Diagrammet på höger sida ger en översiktlig bild av några solpositioner som är intressanta för det jag försöker åstadkomma.



- A: Solens position vid solnedgång 21 juni.
- B: Solens position vid soluppgång den 21 juni.
- A-B: Solens bana i planvy den 21 juni.
- C: Solens position vid solnedgång den 21 december.
- D: Solens position vid soluppgång den 21 december.
- C-D: Solens bana i planvy den 21 december.
- E: Kamerans position när bilden ovan togs.
- a-e: solstrålningens riktning i plan vid solnedgång respektive -1, -2, -3, -4 timmar den 21 juni.
- f-j: solstrålningens riktning i plan vid solnedgång respektive -1, -2, -3, -4 timmar den 21 december.

Att uppfatta rörelse

För att ta reda på om det överhuvud taget är möjligt att se solljuset röra sig i realtid och om det är rimligt att åstadkomma det inom ramen för arkitektur så gjorde jag en serie ihopkopplade experiment i Grasshopper.

Vårt synsinne klarar av att uppfatta ett objekt i rörelse mot en jämn bakgrund vid hastigheter på över 0,2° per sekund. Finns det en fast referenspunkt går det att uppfatta ett objekt i rörelse i hastigheter ned till 0.03° per sekund⁽⁴²⁾. Med grader menas del av en tänkt cirkel på 360° runt den uppfattande personen.

Det första jag ville undersöka var hur snabbt solen faktiskt rör sig över himlavalvet, och om den rör sig olika fort vid olika tider på året. Genom att använda Galapagos, kunde jag testa och komma fram till att solen faktiskt rör sig lite snabbare kring vår- och höstdagjämningen än vid sommar- och vintersolstånd. Det rör sig inte om väldigt stora skillnader, med en noggrannhet på en decimal är siffran mellan 0,08° och 0,09° per sekund året runt. Det betyder att det är svårt att uppleva solljuset som rörligt, men inte omöjligt.

Det finns olika faktorer som påverkar detta. En är att hastighet uttryckt i grader per sekund inte är faktisk hastighet, den beror på avståndet till föremålet som rör sig. Ett flygplan som rör sig i 800 km/h uppfattas olika beroende på om vi ser det på 2000 eller 20 meters avstånd, även om den faktiska hastigheten är densamma. Samma resonemang kan appliceras även på ljus och solens rörelse.

För att uppleva solens ljus som rörligt måste det förhålla sig till fysisk form. Det som tydligast och med precision uttrycker solens position på jorden är skuggor. För att skuggor ska falla krävs en yta och ett skuggande föremål. På samma sätt som flygplanet upplevs som att det rör sig olika fort kan skuggors och därmed ljusets rörelse förstärkas genom att variera avståndet mellan den belysta ytan och det skuggande föremålet.

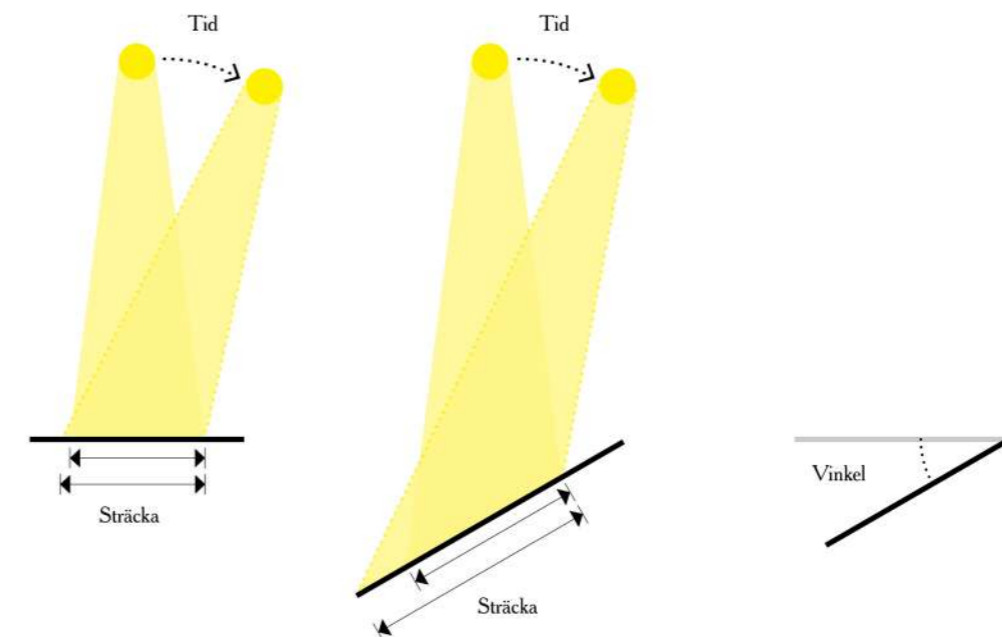
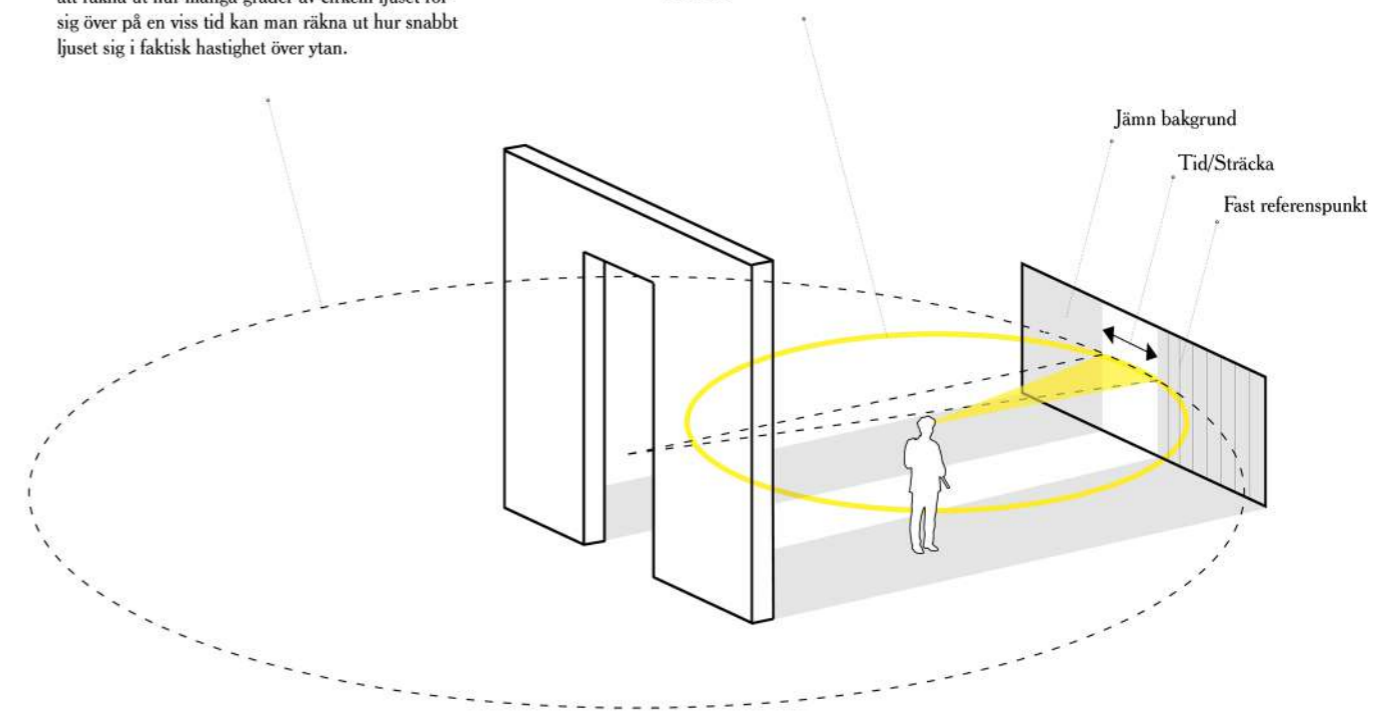
Sambandet gäller också för betraktningsavståndet. Om ljus rör sig över en yta med en hastighet av 1 m/s så är det lätt att uppfatta som rörligt om man befinner sig i ytans närhet. Om man däremot förflyttar sig längre bort så blir rörelsen mindre, sett till antalet grader kring betraktaren. Därmed handlar upplevelsen av rörelse också om betraktarens avstånd till det som rör sig. Slutligen har också vinkeln på den solbelysta ytan i förhållande till solstrålningen betydelse för hur fort ljusbilden rör sig över ytan.

Om målet är att uppleva solens rörelse i realtid så finns det alltså några parametrar att utgå ifrån för att ta reda på om det är möjligt inom ramen för arkitektur.

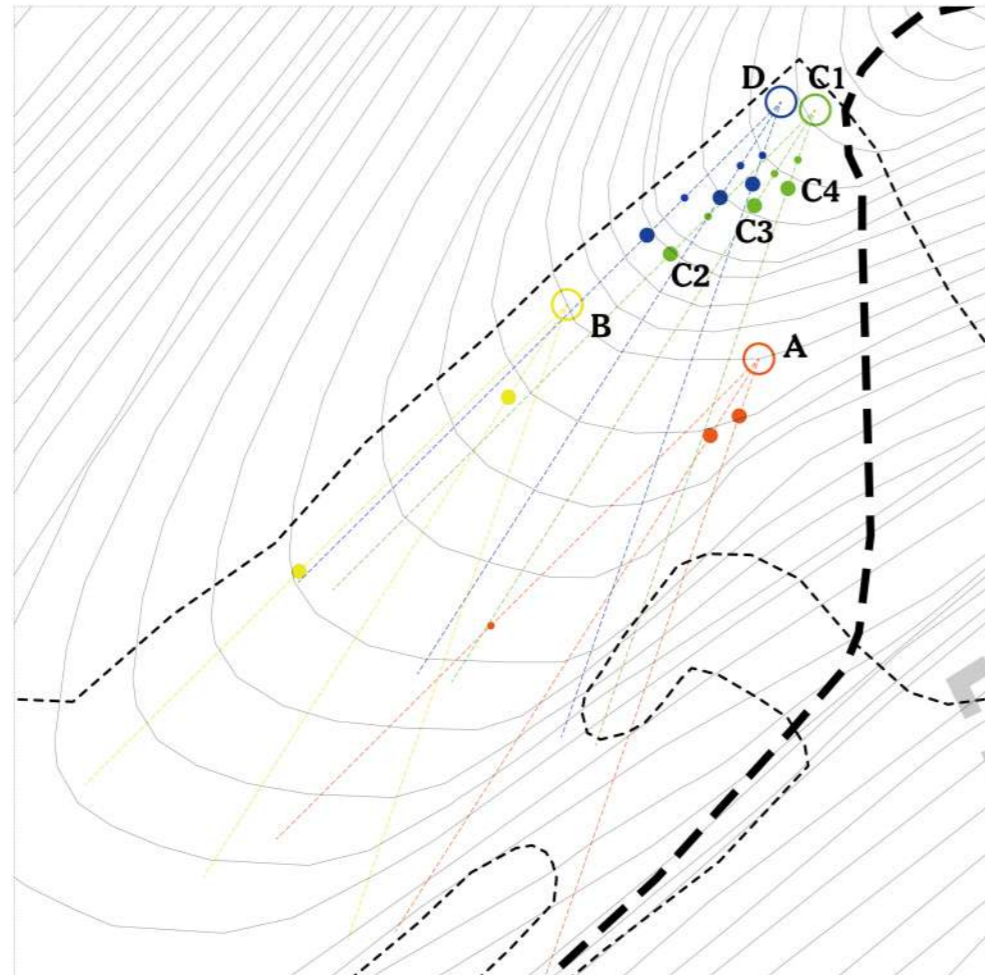
Fysiken som styr upplevelsen innebär att ju närmre man kommer den halvsuggade ytan desto lättare blir det att uppfatta ljusets rörelse över den. Vilket betyder att träkonstruktionen kommer att upplevas på olika sätt beroende på betraktningsavståndet till den. Från stigen kommer man inte kunna uppfatta ljusets rörelse, utan det är först när man stiger in i den som man kommer nära nog att kunna uppleva det.

Avståndet mellan ett skuggande objekt och den skuggade ytan ger radien i en tänkt cirkel. Genom att räkna ut hur många grader av cirkeln ljuset rör sig över på en viss tid kan man räkna ut hur snabbt ljuset rör sig i faktisk hastighet över ytan.

Genom att veta den faktiska hastigheten som ljuset rör sig över ytan kan man räkna ut hur nära en betraktare måste vara den halvsuggade väggen för att kunna uppfatta ljusets rörelse i realtid.



Att uppfatta solljusets rörelse: Vinkeln på en solbelyst yta i förhållande till riktningen på ljuset har stor betydelse för hur snabbt ljuset förflyttar sig över ytan. När ytan förhåller sig till solstrålningen i 90 graders vinkel är rörelsen långsammast. Vid vinklar som närmar sig 180 grader är hastighetsökningen mer än 1000%.



Situationsplan 1:2000

Utvärdering av terrängens förutsättningar

Terrängen på platsen sluttar ganska kraftigt i sydvästlig riktning. För att höjden på konstruktionerna som ska bryta ljuset skulle bli rimlig och avståndet tillräckligt för syftet har jag testat några olika platser. Det slutade med att jag valde plats C som verkade fungera över flest timmar innan solnedgång.

En insikt som drabbade mig när jag gjorde detta var att det hade varit betydligt enklare att åstadkomma det här i en nordöstsluttning, där landskapet följer solens bana. Jag tar med mig insikten till nästa projekt av det här slaget.

Avstånd betraktare - yta (m)	4	3	2
Utan fast referenspunkt	209,4	157,0	104,8
Med fast referenspunkt	31,4	23,6	15,7
Ytans vinkel 45° utan referenspunkt	143,6	106,7	69,6
Ytans vinkel 45° med referenspunkt	21,5	16,0	10,4
Ytans vinkel 70° utan referenspunkt	65,7	47,8	29,9
Ytans vinkel 70° med referenspunkt	9,9	7,2	4,5

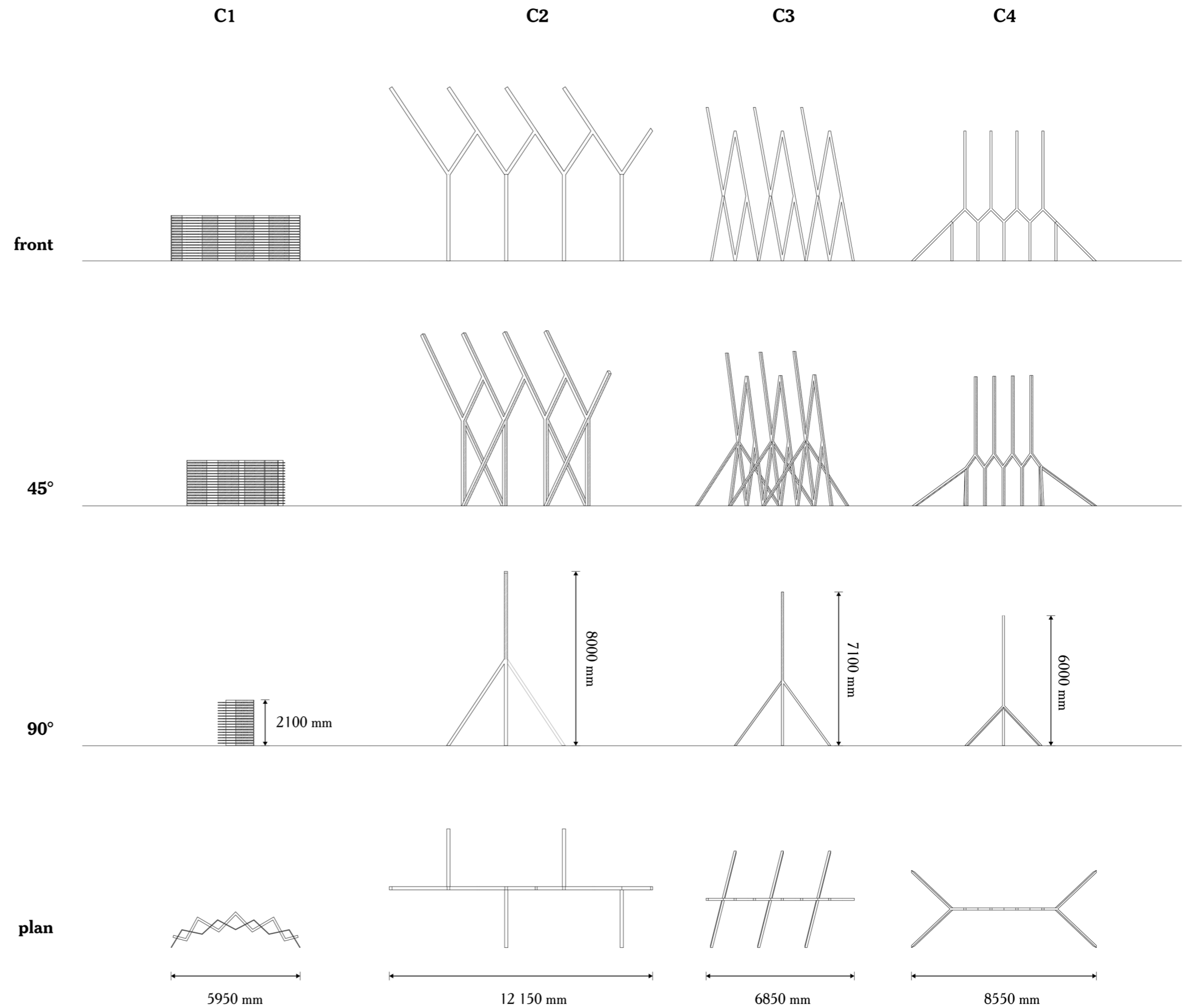
Förutsättningar för att kunna se solljusets rörelse över en yta.

Plats	Höjd över terrängen	solnedgång	solnedgång - 1h	solnedgång - 2h
A	3	100+	-	-
	5	-	24	16
B	3	40	15	-
	5	100+	29	-
C	3	40	20	20
	5	54	30	30
D	3	36	20	15
	5	50	30	23

Fyra testplatser och avstånd mellan platserna och tre solvektors höjd över terrängen.

Folier 1:200

Konstruktionerna är av två typer: en tät, välvd mottagarskärm och räta, glesare skärmar som ska bryta ljuset. Den välvda skärmen fungerar dels som mottagare av det brutna ljuset men också som en platsmarkör. Det är här själva upplevelsen äger rum. Den konkava formen är marknära och delvis omslutande och min förhoppning är att den ska kännas välkomnande att hänga av sig väskan och pausa vid, även mitt i vintern. När dagens sista ljus vandrar över marken och skärmen ska man kunna uppfatta solens och jordens rörelser. Förhoppningsvis leder det till en förstärkt känsla av närvaro och plats.



Resultat och diskussion

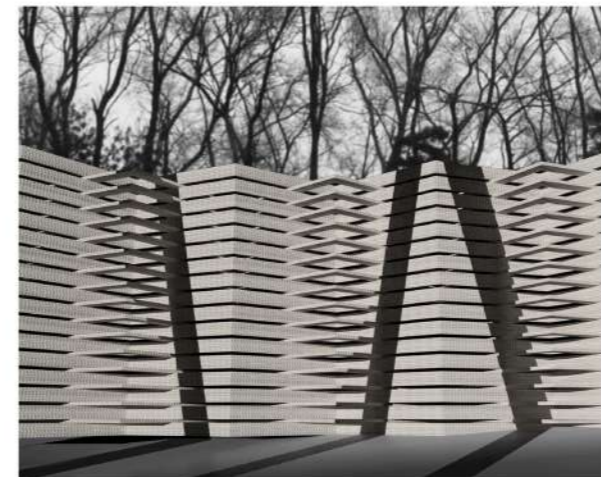
Att utvärdera resultatet av det här experimentet är svårt utan att antingen bygga det i verkligheten och ställa ut det på platsen och närvara vintertid, alternativt att animera ett filmklipp som visar ett tidsförlopp. Jag har arbetat för att lyckas animera ett kort tidsförlopp men tiden att göra det har runnit ifrån mig. På motsatt sida finns några renderingar som visar tre fragment ur ett två minuter långt tidsförlopp. Det ger inte något svar på huruvida det skulle fungera och jag fortsätter försöka ta fram ett videoklipp även efter inlämnandet av rapporten.

Precis som allt annat i det här arbetet har fokus legat på processen och vägen fram till resultatet. Även om formen i det här fallet är en samling träkonstruktioner på en äng så är undersökningen i sig delvis översättningsbar till andra situationer. Verktöget som användes för att utvärdera terrängen kan sannolikt ganska enkelt användas i andra sammanhang och byggas om i andra syften. Det är en fördel och styrka med de parametriska verktygen, att de i bästa fall kan återanvändas med andra indata.

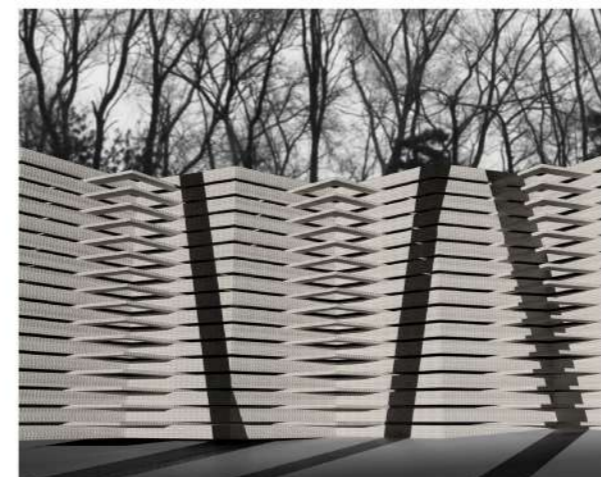
Det här experimentet testar också med vilken precision man kan ange och förutse solljusets riktning i Ladybug och svaret är att det inte finns några egentliga begränsningar, de förprogrammerade inställningarna i programmet kan delas upp i flera tusendelar mellan varje position, eller motsvarande 25 per sekund. Det är dock troligtvis inte relevant för arkitekter att begagna sig av om syftet inte är att spela upp en byggnads ljusbearbetning i realtid. Det är kanske också anledningen till att den inbyggda solen i Rhino bara har fyra positioner i minuten.



21 december 14:54:00



21 december 14:55:00

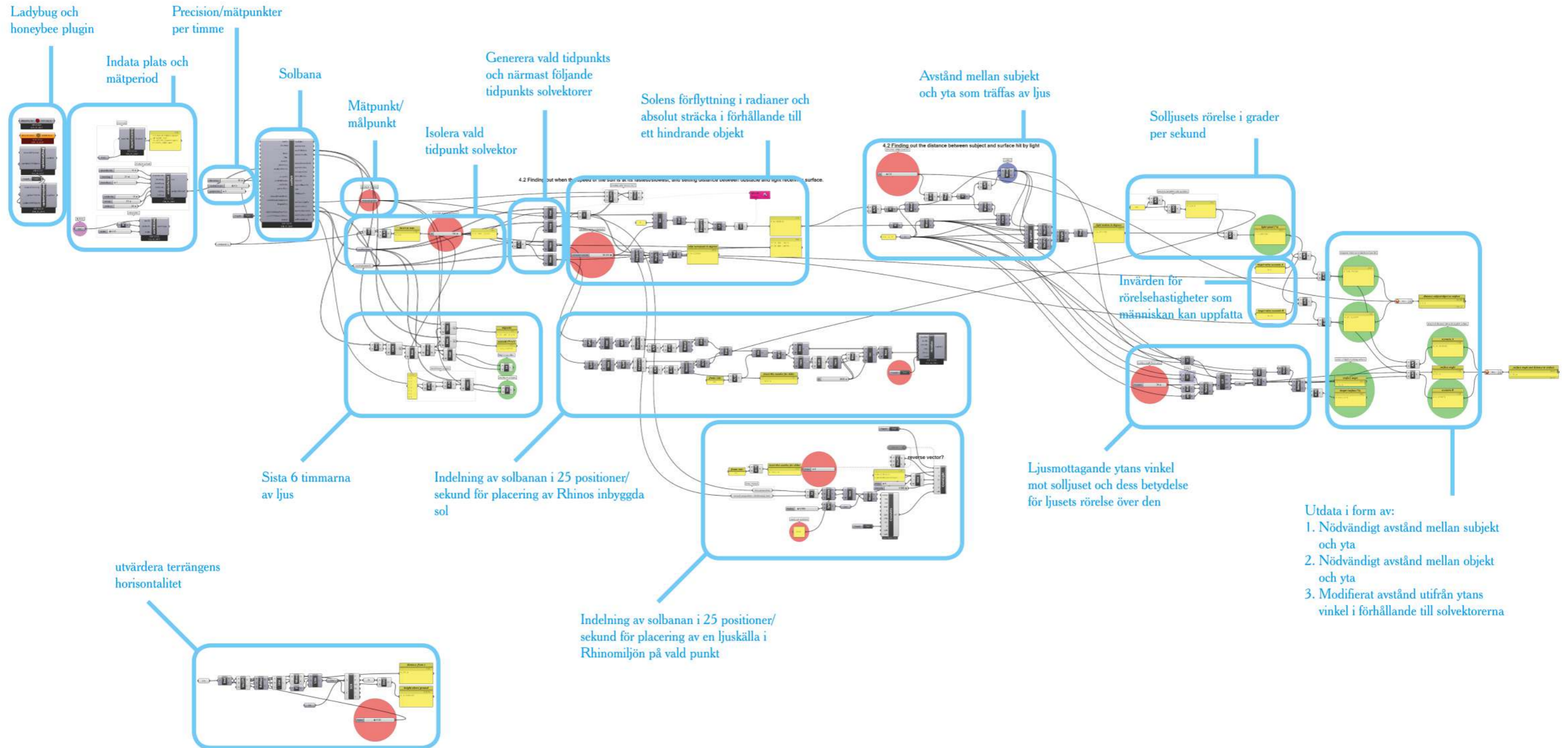


21 december 14:56:00





4.2



Reflektioner

”Architecture, more fully than other art forms, engages the immediacy of our sensory perceptions. The passage of time; light, shadow and transparency; color phenomena, texture, material and detail all participate in the complete experience of architecture.” /Stephen Holl ⁽⁴³⁾

Det här arbetet utgår ifrån att tillgång till direkt solljus är en eftersträvansvärd kvalitet i arkitektur. Solljus är så allomfattande för vår verklighetsuppfattning att det knappast behöver motiveras. Stephen Holl pekar på en serie sinnesförnimmelser som gör arkitektur till en så mångfacetterad upplevelse, varav samtliga är mer eller mindre beroende av ljus för att uppfattas.

Vi spenderar mycket tid inomhus och allteftersom byggnader blir högre och städer tätare så blir tillgång till solljus inomhus sannolikt svårare att åstadkomma men inte desto mindre viktigt. Naturligt ljus är inte bara kopplat till välbefinnande eller produktivitet utan är också en viktig emotionell arkitektonisk kvalitet.

Det enda sättet att kontrollera dagsljus är att stänga det ute. Det finns ingen som kan förutse hur det kommer att bete sig från dag till dag, eller ens från timme till timme beroende på väderlek. Det är precis det som gör det så kvalitativt och dynamiskt. Avsikten med den här undersökningen var inte heller att kunna kontrollera dagsljus, snarare tvärtom. Jag vill ha rum vars karaktär inte är förutsägbara som en strömbrytare utan som erbjuder överraskningsmoment i form av den dynamik som direkt solljus bidrar med. Då handlar det inte om mängden ljus, utan kvaliteten på ljuset.

Att arbeta så aktivt som möjligt med det naturliga ljuset innebär också, i alla fall enligt mig, möjligheten att eftersträva någon slags robusthet i arkitektur. En byggnad vars form är så väl uträknad som det rimligtvis går i förhållande till det lokala ljuset har möjlighet att vara relevant över tid. Själva konceptet att använda sig av högteknologiska metoder för att skapa lågteknologisk arkitektur, finstämd som ett instrument för platsen den står på är en lockande tanke, och en som känns långsiktigt hållbar.

Det här projektet liknar inte något jag gjort tidigare och har varit rätt så svårtuggat att arbeta med. Ämnet ljus är komplicerat och Grasshopper är ganska svårt. Ändå finns det något oemotståndligt med kombinationen, en potential som känns väldigt intressant att arbeta med, även om resultaten av mina små experiment inte har lett till några banbrytande resultat.

Att jobba med arkitektur är på sätt och vis samma sak som att jobba med ljus eftersom form och ljus är så tätt ihopkopplade, och att arbeta med de den fysiska miljön är att tvingas ta hänsyn till och arbeta med ljuset.

Naturligt ljus sätter oss i kontakt med tid och rum. Varje plats kännetecknas av ”sitt” ljus och även om skillnaderna kan vara större eller mindre så är jag säker på att vi upplever det även om vi inte reflekterar över det. Lättare är att känna skillnaden på årstidsbundet ljus. Förändringar i säsongsbundet ljus sker dock så långsamt att det är svårt för att inte säga omöjligt att ha full kontroll och överblick över dem. Det är en av de parametriska verktygens allra största styrkor i det här sammanhanget, att kunna återge ljus som en tidsaspekt. Även om experiment 1 inte direkt gav något till en skissprocess så tycker jag ändå att den resulterande ljusskulpturen är vacker och

tankeväckande, och påminner om svårigheten och ansvaret i det arbete det innebär att vara arkitekt.

En av mina föresatser med arbetet var att förbli så objektiv som möjligt inför form, att låta ljuset generera form genom programmet. Jag var nyfiken på vad resultatet av en automatiserad process skulle resultera i. Det blev en nyttig lektion och insikt om att parametriska verktyg svårligen genererar något utan en aktiv viljeakt från den som använder verktyget. Som ett generativt verktyg är det inte annorlunda än en linjal på så sätt att det måste finnas idéer som ger instruktioner till handen/pennan/linjalen.

Däremot så har det potential att vara betydligt mer specifikt än linjalen i vad man använder det till. De parametriska verktygen ger möjlighet att konstruera högst specialiserade ”linjaler” som är anpassade efter den specifika uppgiften.

En förutsättning för att kunna arbeta med parametriska verktyg, åtminstone på den nivå jag har nått och förstått mig på, är att man måste kunna uttrycka det man vill uppnå matematiskt. Ett rimligt arbetssätt är att först tänka ut om det man vill göra borde gå att beskriva i matematiska formler. Gör det inte det så är parametriska verktyg nog inte rätt väg att gå.

En av möjligheterna med en parametrisk metod är att den kan förse arkitekten med kvantifierade argument. En byggprocess innehåller en hel del kvantiteter. Många är ekonomiska, inte så många har med rumsliga kvaliteter att göra. Arkitektonisk kvalitet är i min mening inte heller något som kan beskrivas i siffror. Men om man kan beskriva ljusets rörelser i siffror så skulle man dock kunna förse sig med argument av slaget ”alla kök har infallande ljus mellan klockan 7 och 8 året runt”, ”mellan 15 november och 15 mars lysas sovrummen upp av direkt solljus på morgonen” eller ”vintertid när eftermiddagsljuset in i byggnadens kärna” eller något i den stilen som är mer kopplat till rumsliga kvaliteter.

Möjligheten att bygga argument hör också delvis ihop med möjligheten att konstruera egna verktyg för de syften man har. Grasshopper är en slags förenklad programmeringsmiljö som till viss del förutsätter att man styr indatan mot de mål man är intresserad av. På så vis finns det en väldigt stor potential i programmet.

De parametriska verktygen arbetar med absolut precision. I sammanhanget ljus kan man identifiera flera hundra tusen solpositioner på ett år med de komponenter som finns i Ladybug, en per minut. Men om man vill så kan rörelsen och tiden delas in i mycket mindre delar än så, det är egentligen bara mjukvaran och processorn som sätter gränsen. Man kan så klart ifrågasätta vilken grad av precision som är nödvändig i arkitektur. Rum som upplevelse i den mänskliga skalan handlar inte om millimeter, kanske inte ens om centimeter i många fall. Inte heller att kunna dimensionera för ljusets förflyttning med väldigt hög precision. Om man på en skala placerar påståendet att sovrum bör orienteras åt öster på den ena sidan och på andra sidan inmätningar av solens positioner varje minut, så hamnar troligtvis oftast en rimlig arkitektonisk precision någonstans mellan ytterpositionerna på denna skala.

Med precision och enorm beräkningskraft kommer också potentiella problem och risker med

tekniken. Det är i delar en abstrakt arbetsmetod där man tvingas lita på att datorn ”gör rätt”. Jag har spenderat mycket tid i det här projektet på att felsöka och kontrollera dataflöden. En del komponenter är mer komplicerade än andra, har flera in- och utgångar och formaterar bland annat om informationen. Att förstå vad de gör med informationen som går in i dem är ännu svårare. I experimenten använder jag mig också i vissa fall av hundratusentals variabler, det är därför praktiskt omöjligt att kontrollräkna manuellt för att se om resultaten ”stämmer”. Detta leder till ett visst mått av ”blackboxing” där man tvingas lita på att man har gett datorn rätt instruktioner och får svårt att ifrågasätta resultatet. Detta skulle kunna anses vara en risk med det här sättet att arbeta, särskilt om målet med att använda verktygen är att generera eller på annat sätt få fram byggd form som inte kan utformas på annat sätt än med datorns hjälp.

Vi arbetar redan med datogenererade designavgränsningar i samband med miljöcertifieringar av olika slag. Jag vet alldeles för lite om dessa saker för att uttala mig kring om det är bra eller dåligt, jag kan bara konstatera att processer som de jag beskriver ovan redan styr gestaltningen av byggnader.

Det här arbetet slutar där en skissprocess ska ta vid. Avsikten med resultatet var att kunna förse sig med så mycket kunskap om det lokala ljuset som möjligt när man sätter sig vid blankt papper. Att förstå sig på det naturliga ljusets komplicerade rörelser över tid på en nivå där man kan använda sig av det för att skapa arkitektur.

För egen del spenderade jag väldigt mycket tid med att utveckla definitionerna i Grasshopper och ungefär samtidigt som jag var tvungen att sluta undersöka för att hinna presentera resultaten så började jag känna mig bekväm med att arbeta i programmet. Naturligt ljus i ett arkitektoniskt sammanhang är komplicerat och Grasshopper är inte helt enkelt att arbeta i, men jag är helt säker på att det finns fler och bättre verktyg att utveckla på temat ljus, rum och tid. Jag ser arbetet som påbörjat men långt ifrån avslutat.

Slutsats

Går det att generera form från ljus?

- Ja och nej.

Kanske är en av insikterna att den här typen av verktyg är mest lämpat för avgränsade uppgifter, inte hela gestaltningar. Om detta vore ett projekt som skulle byggas skulle jag ha nöjt mig med att gestalta utifrån de tumregler jag satte upp i kapitel 3, och använt programvaran till väldigt specifika uppgifter.

Som analytiskt verktyg finns det dock en otrolig potential i mängden information Grasshopper kan hantera, och visualisera. I min mening så återfinns den största kvaliteten i det här arbetet i diagrammet från experiment 2.2. Det är kunskap som inte är möjlig att praktiskt tillgodogöra sig på något annat sätt än genom en datorsimulering, helt enkelt på grund av mängden beräkningar. Den stora utmaningen i ett sådant användande ligger kanske i att överbrygga klyftan mellan informationen i sig och hur man visualiserar den så att den blir lättillgänglig och användbar.

Avsikten var att låta ljuset bestämma och styra formen. Jag hade dock väldigt svårt att överbrygga klyftan mellan att analysera och att generera form utan att göra aktiva, subjektiva val. Ju mer jag arbetade i den riktningen desto mer återkom jag till ett citat av Alvar Aalto som jag hittade tidigt i researchfasen, och som blev mer och mer tänkvärt:

In recent decades, architecture has often been compared with science, and some have tried to make its methods more scientific, even to transform it into pure science. But architecture is not a science. It is still the same great synthetic process, a conglomeration of thousands of significant human functions, and it will stay that way. Its essence can never become purely analytical. Architectural study always involves a moment of art and instinct. Its purpose is still to bring the world of matter into harmony with human life.⁽⁴⁴⁾

Rum avsedda för människor kan troligtvis aldrig genereras fram, och jag tror att Alvar Aalto har en viktig poäng i att en framgångsrik arkitektonisk process aldrig kan vara helt analytisk. Med det sagt så tror jag att det finns många intressanta sätt att använda sig av ljus och parametriska verktyg i en skissprocess.

Källförteckning

Text:

Binet, Hélène & Flagge, Ingeborg (red.). *Das Geheimnis Des Schattens. Deutsches Architektur Museum*. Berlin: Ernst Wasmuth Verlag Tübingen, 2002.

Bodin, Anders & Hidemark, Jacob & Nyström, Sven & Stintzing, Martin. *Arkitektens handbok*. Lund: Studentlitteratur AB, 2016.

Borys, Ann Marie. *Lume di Lume: A Theory of Light and Its Effects*, Journal of Architectural Education (1984-), 4, p. 3, JSTOR Journals, EBSCOhost, <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/ludwig.lub.lu.se/login.aspx?direct=true&db=edsj&AN=edsj:40480505&site=eds-live&scope=site> (hämtad 20170119)

Büttiger, Urs. *Licht und Raum*. Basel/Boston/Berlin: Birkhäuser, 1993.

Corney, Andrew. *Weather Data*. 20170831. <https://sefaira.zendesk.com/hc/en-us/articles/205215065-Weather-Data> (hämtad 20170905)

Darula, Stanislav & Kittler, Richard. *CIE general sky standard defining luminance distributions*. eSim 2002. The Canadian conference on building energy simulation, 2002, Montreal. https://www.researchgate.net/publication/238782731_CIE_general_sky_standard_defining_luminance_distributions (hämtad 20170804)

Ehrenstein, Walter H. *Basics of seeing motion*. Arquivos Brasileiros de Oftalmologia, 66(5, Suppl.), 44-52. <https://dx.doi.org/10.1590/S0004-27492003000600006> (hämtad 20170910)

EnergyPlus, *Weather Data for Simulation*. <https://energyplus.net/weather/simulation> (hämtad 20170905)

Fridell Anter, Karin & Klarén, Ulf (red.). *Färg och ljus för människan - i rummet*. Mölndal: AB Svensk Byggtjänst, 2014.

Heschong Mahone Group. *Daylighting and productivity - CEC pier*. 2012. <http://h-m-g.com/projects/daylighting/projects-pier.htm> (hämtad 20170512)

Heumann, Andrew & Rodricks, Robin. *Construct Location*. <https://rhino.github.io/components/ladybug/constructLocation.html> (hämtad 20171030)

Holl, Stephen & Pallasmaa, Juhanni & Pérez-Gómez, Alberto. *Questions of Perception*. Japan: A+U Publishing, 2008.

MacEvoy, Bruce. *Light and the eye*. 20150108. <https://www.handprint.com/HIP/WCL/color1.html> (hämtad 20170605)

McNeil, Andy. *Radiance Three Phase Method Tutorial*. 2015. https://andymcneil.gitbooks.io/three-phase-method-tutorial/content/21_sky.html (hämtad 20170911)

Norberg-Schultz, Christian. *Genius Loci*. New York: Rizzoli, 1980.

Nowness. In *Residence: Casa Gilardi*. 2016. <https://www.nowness.com/series/in-residence/casa-gilardi-luis-barragan-martin-luque> (hämtad 20170120)

Pierson, Max. *An Overview of Daylighting Metrics, with Examples*. 2012-05-19. <http://www.maxpierson.me/2012/05/19/an-overview-of-daylighting-metrics-with-examples/> (hämtad 20170723)

Rea, M.S. et al. *Circadian light*. Journal of Circadian Rhythms. 2010. p.Art. 2. DOI: <http://doi.org/10.1186/1740-3391-8-2> (hämtad 20170728)

Roudsari, Mostapha Sadeghipour. *Ladybug Tools*. 2017. <http://www.grasshopper3d.com/group/ladybug> (hämtad 20170922)

Schildt, Göran. *Alvar Aalto*. New York: Rizzoli International Publications, 1989.

Schultz, Anne-Catrin. *Carlo Scarpa Layers*. Stuttgart/London: Menges, 2014.

Winston, Anna. *Digital photographs of buildings can be "disturbing", says Hélène Binet*. Dezeen. 2015. <https://www.dezeen.com/2015/03/23/helene-binet-interview-analogue-architectural-photography-film-fragments-of-light-exhibition-wuho/> (hämtad 20171015)

Wufi. *Creating Weather Files*. 20171116. <https://wufi.de/en/service/downloads/creating-weather-files/> (hämtad 20170905)

Yoshinobu, Ashihara. *The Hidden Order*. Tokyo/New York: Kodansha International, 1989.

Bilder:

Binet, Hélène & Flagge, Ingeborg (red.). *Das Geheimnis Des Schattens. Deutsches Architektur Museum*. Berlin: Ernst Wasmuth Verlag Tübingen, 2002.

DIA beacon. <https://catview.wordpress.com/page/2/> (hämtad 20171020)

Fujimoto, Kazunori [fotografi]. *Koshino House*, Tadao Ando. <https://www.archdaily.com/161522/ad-classics-koshino-house-tadao-ando/5107fc44b3fc4b2720000c0-ad-classics-koshino-house-tadao-ando-photo> (hämtad 20171015)

Ghinitoiu, Laurian [fotograf]. *Indian Institute of Management in Ahmedabad*, Louis Kahn. <https://www.archdaily.com/805720/louis-kahns-indian-institute-of-management-in-ahmadabad-photographed-by-laurian-ghinitoiu> (hämtad 20171005)

<https://hovercraftdoggy.files.wordpress.com/2013/03/beni-isguen-algerien-2009.jpg> (hämtad 20171016)

Hägglund, Jeanette [fotograf]. *Muralla Roja*, Ricardo Bofill. <https://www.behance.net/gallery/47649235/In-t-e-r-s-e-c-t-i-o-n> (hämtad 20170829)

Nordic Pavilion, Sverre Fehn. <https://www.pinterest.se/source/aspaghettiwestern.tumblr.com/> (hämtad 20171020)

Nowness. In *Residence: Casa Gilardi*. 2016. <https://www.nowness.com/series/in-residence/casa-gilardi-luis-barragan-martin-luque> (hämtad 20170120)

Wesely, Michael. *Open Shutter*. New York: Moma, 2004.

Tack

John Ross och Marie-Claude Dubois för värdefull handledning, Mats Hultman för intressanta diskussioner och synpunkter, Kim Rosén för stöd och insiktsfulla åsikter. Även tack till alla lärare och kurskamrater på LTH för en oförglömlig tid.

